

COMMONWEALTH INST.
ENTOMOLOGY LIBRARY

16 SEP 1953

Em. 375B

HÖFCHEN-BRIEFE

»Bayer« PFLANZENSCHUTZ-NACHRICHTEN

5

1952/5

VERÖFFENTLICHUNGEN DER »Bayer«-PFLANZENSCHUTZ-ABTEILUNG
LEVERKUSEN UND HÖFCHEN

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Dr. M. Schönamsgruber:	
Über eine schnelle Bestimmungsmethode von „E 605“ bzw. seines Dimethylhomologen in üblichen Handels- präparaten, auf potentiometrischer Grundlage . . .	221
2. Dipl.-Landwirt E. Lusi:	
Über die Wirkung von „Systox“ auf <i>Drosophila</i> <i>melanogaster</i> Mg.	225
3. Dozent Dr. Gudo Dosse:	
Die Gewächshauspinnmilbe <i>Tetranychus urticae</i> Koch <i>forma dianthica</i> und ihre Bekämpfung . . .	238

Nachdruck gestattet



FARBENFABRIKEN BAYER

Verkauf Pflanzenschutz
LEVERKUSEN

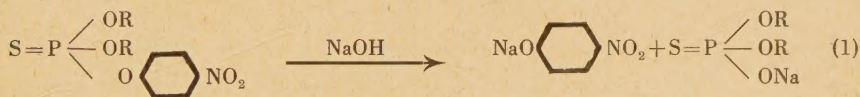
Über eine schnelle Bestimmungsmethode von „E 605“ bzw. seines Dimethylhomologen in üblichen Handelspräparaten, auf potentiometrischer Grundlage

Von Dr. M. Schönamsgrubner,
Alizarin-Laboratorium der Farbenfabriken Bayer.

A. Einleitung

Mit der Aufnahme der Produktion von „E 605“ und des homologen Dimethyl-esters durch die Farbenfabriken Bayer war es für uns dringend notwendig geworden, eine schnelle und einfache Analysenmethode zu schaffen, um sowohl die Produktion als auch ganz besonders die Einstellung der Präparate wie „E 605“ forte oder den „E 605“-Staub überwachen zu können. Zuerst hoffte man, allein durch die Bestimmung des Stickstoffs und des Gesamtschwefels die Produkte kontrollieren zu können, mußte jedoch bald feststellen, daß dieses Verfahren nicht voll ausreichend war.

Es lag bei der Suche nach einer geeigneten Bestimmungsmethode nahe, das „E 605“-Molekül entsprechend der Gleichung 1 zu verseifen, um dann die Spaltstücke, p-Nitrophenol und 0,0'Dialkylthiophosphorsäure, durch deren Laugeverbrauch zu bestimmen.



R = C₂H₅ oder CH₃

Versuche mit irgendwelchen geeigneten Farbindikatoren, diesen Laugeverbrauch, wo möglich noch getrennt für das p-Nitrophenol einerseits und für die Dialkylthiophosphorsäure andererseits, zu ermitteln, mußten schon wegen der stets vorhandenen Färbung der technischen Produkte ausscheiden, welche die Erkennung des Umschlags des Indikators praktisch unmöglich machen, ganz abgesehen davon, daß es nicht ganz einfach ist, die richtige Indikator-kombination zu finden.

Selbstverständlich wäre es möglich, eine Wirkstoffermittlung nur auf die Bestimmung des p-Nitrophenols, wie es die kolorimetrische Methode von K e t e l a a r und H e l l i n g m a n³ oder im Prinzip auch die Methode von A v e r e l l und N o r i s¹ und die polarographische Methode von C. V. B o w e n und F. E d w a r d s² angibt, zu gründen. Die eben genannten Bestimmungsverfahren haben als Mikromethoden einerseits den Nachteil eines nicht besonders günstigen Umrechnungsfaktors und verzichten andererseits auf den nicht zu unterschätzenden Vorteil der gleichzeitigen Mitbestimmung der Dialkylthiophosphorsäure. Diese Miterfassung der Dialkylthiophosphorsäure wurde auch deswegen wichtig, da es sich herausstellte, daß unter bestimmten Bedingungen das p-Nitrophenol sogar in einer Nebenreaktion verschwinden kann, d. h. daß in diesen besonderen

Fällen die Methode der reinen p-Nitrophenolbestimmung keinen genügenden Einblick in die Reaktionsverhältnisse des „E 605“-Moleküls geben kann.

Es war also notwendig, wie oben erwähnt, einen Indikator zu finden, welcher nach der Totalverseifung des Wirkstoffs gestattet, den Laugeverbrauch sowohl für das p-Nitrophenol als für die 0,0'Dialkylthiophosphorsäure gesondert zu bestimmen. Als ein solcher Indikator erwies sich die Glaselektrode in Verbindung mit einem üblichen Röhrengalvanometer.

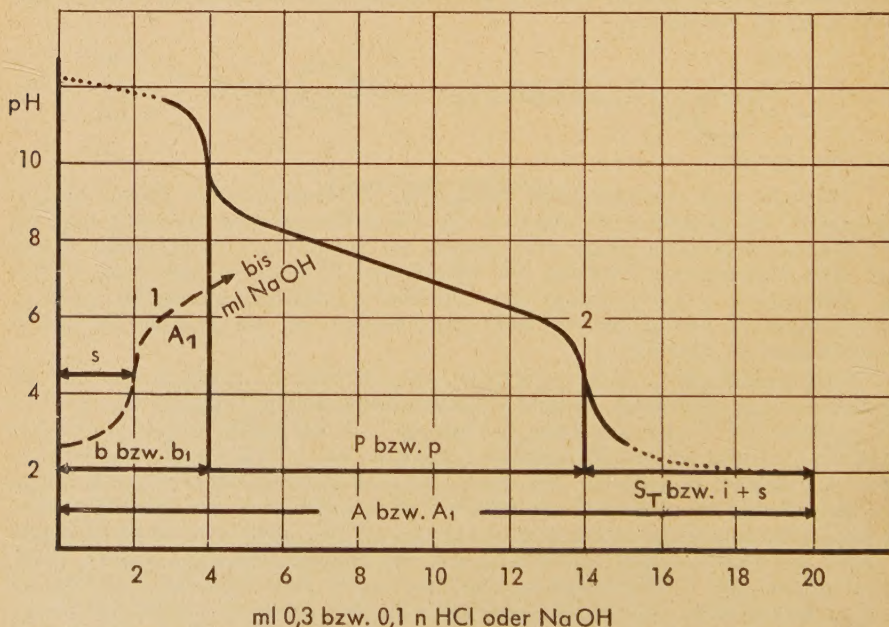
Eine solche potentiometrische Analyse ermöglicht, nicht nur den reinen Wirkstoff selbst, sondern auch die Nebenprodukte im Wirkstoffpräparat, wie den isomeren Wirkstoff, das freie p-Nitrophenol und die freie vorhandene Säure bzw. Estersäure, zu bestimmen.

Im Nachfolgenden soll nur das Prinzip der Methode erläutert werden. Die genaue Arbeitsvorschrift möge der bereits vorliegenden Veröffentlichung⁴ entnommen werden.

B. Die Methode der potentiometrischen Wirkstoffbestimmung

1. Die Gesamtverseifung des Wirkstoffes bei 100°.

Das Prinzip der Methode besteht darin, eine eingewogene Menge Wirkstoff mit einer bekannten überschüssigen Menge 0,3-n-Natronlauge im Gemisch mit reinem Dioxan, als Lösungsmittel für den Wirkstoff, bei 100° zu verseifen. Die nach der Spaltung entsprechend Gleichung 1 noch stark alkalische Lösung wird mit 0,3 n HCl unter Beobachtung der pH-Änderung der Lösung zurücktitriert. Trägt man die mit Hilfe der Glaselektrode gemessenen pH-Werte in Abhängigkeit von den zugesetzten ml 0,3 n HCl graphisch auf, so erhält man folgende Titrationskurve (Kurve 2):



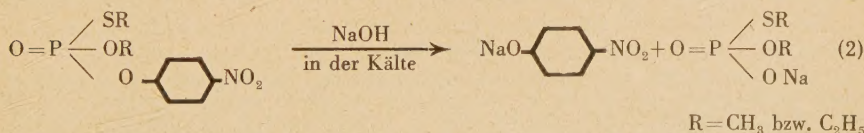
Schematisches Kurvenbild einer potentiometrischen Wirkstoff-Analyse. (Zeichenerklärung im Text)

Vom Ausgangs-pH-Wert der stark alkalischen Lösung, der etwa bei 12 liegt, tritt nach Zusatz von b ml 0,3 n HCl eine sprunghafte Änderung des pH-Wertes im Bereich von 10,2 ein. Das bedeutet, daß die gefundenen b ml 0,3 n HCl dem Laugenüberschuß äquivalent sind. Bei dem pH-Wert 10,2 liegt das Alkali nur noch in gebundener Form an p-Nitrophenol und an 0,0'Dialkylthio-phosphorsäure vor. Der nach dem pH-Wert 10,2 eintretende flache Abfall der Titrationskurve wird hervorgerufen infolge der Pufferung von p-Nitrophenol durch sein Natriumsalz. Letzteres ist beim pH-Wert 4,5 restlos in das freie p-Nitrophenol übergeführt, was sich durch ein erneutes Steilerwerden der Titrationskurve kundgibt. Die zwischen dem pH-Wert 10,2 bis 4,5 verbrauchten ml 0,3 n HCl (P) sind äquivalent dem in der Probe vorhandenen gesamten p-Nitrophenol. Schließlich ist die Differenz zwischen dem zur Verseifung vorgelegten Gesamtalkali A in ml 0,3 n NaOH und der bis pH 4,5 zurücktitrierten Säuremenge $b + P$ gleich $A - (b + P)$ äquivalent der vorhandenen gesamten Säure (S_T), speziell der Dialkylestersäure, welche durch Verseifung aus dem Wirkstoff entsteht.

Um nun zu dem Gehalt an reinem Wirkstoff zu gelangen, ist es nötig,

2. durch kalte Verseifung

den Betrag an isomerem Wirkstoff, freiem, d. h. überschüssigem p-Nitrophenol und freier Säure in der Probe zu bestimmen und entsprechend vom Wert P bzw. S_T in Abzug zu bringen. Es ist bekannt, daß der isomere Wirkstoff schon bei gewöhnlicher Temperatur gemäß Gleichung (2) in 50%igem Dioxan (oder Aceton, in Methanol erfolgt teilweise Umesterung!) von überschüssiger 0,1 n NaOH verseift wird. Da unter den gleichen Bedingungen dagegen der normale Wirkstoff stabil ist, läßt sich der isomere Anteil in einer Wirkstoffprobe durch seinen Laugeverbrauch analog bestimmen wie unter 1. für den Gesamtwirkstoff beschrieben.



Eine abgewogene Menge Wirkstoff wird also mit 0,1 n NaOH bis pH 4,5 titriert (Kurve 1), um damit die in der Probe vorhandene freie Estersäure — oder sonstige starke anorganische Säure — zu ermitteln (Wert s in ml 0,1 n NaOH äquivalent der gesamten freien Säure). Dann gibt man so viel Alkali zu, bis die zu untersuchende Lösung einen pH-Wert von 12 erreicht (diese gesamte vorgelegte Laugenmenge sei A_1) und läßt sie zur Spaltung des isomeren Wirkstoffs einige Minuten bei Zimmertemperatur stehen. Darauf wird in analoger Weise wie bei der Gesamtverseifung mit 0,1 n HCl zurücktitriert (Kurve 2). Der Laugenüberschuß ergibt sich dann als b_1 ml 0,1 n HCl bzw. NaOH durch Titration auf den pH-Wert 10,2. Man erhält dann aus dem Säureverbrauch zwischen pH 10,2 und 4,5 das p-Nitrophenol (p). (p) setzt sich zusammen aus dem freien p-Nitrophenol (f) und dem p-Nitrophenol, welches durch die Verseifung des isomeren Wirkstoffs (i) entsteht, also $p = i + f$. Ferner erhält man aus der Differenz zwischen A_1 , dem Gesamtalkali, und der bis pH 4,5 zurücktitrierten Säuremenge ($b_1 + p$) den Verbrauch an Alkali durch die freie Säure (s) und durch die isomere

Estersäure (i), letztere entstanden durch die Spaltung des isomeren Wirkstoffs, also $A_1 - (b_1 + p) = i + s$. Da (s) bereits durch die direkte Titration bekannt ist, ergibt sich somit der Gehalt an isomerem Wirkstoff (i) in der Probe.

Schließlich folgt aus $p = i + f$ das freie p-Nitrophenol: $f = p - i$.

3. Berechnung des reinen Wirkstoffs.

Die Menge des reinen Wirkstoffs (W) in der nach 1 und 2 untersuchten Probe kann nun auf 2 Arten berechnet werden, nämlich einmal (Wp) aus der zur Rücktitration zwischen pH 10,2 bis 4,5 verbrauchten Säuremenge, das andere Mal (Ws) aus dem Laugeverbrauch bei der Rücktitration bis pH 4,5. Sowohl die verbrauchte Säuremenge als auch der Laugeverbrauch sind bei der heißen Verseifung nach 1 um W größer als bei der kalten Verseifung nach 2, so daß man findet:

Wirkstoff rein aus dem p-Nitrophenolanteil

$$W_p = P - p \quad \text{und}$$

Wirkstoff rein aus dem Phosphorsäureanteil

$$W_s = A - (b + P) - (s + i) = S_T - (s + i)$$

Wp und Ws sollten innerhalb von 1 % übereinstimmen. Stärkere Differenzen, welche gelegentlich auftreten, lassen interessante Rückschlüsse über die chemischen Vorgänge oder Nebenprodukte im Wirkstoffpräparat zu.

4. Die Analyse des „E 605“-Staubes

wird ganz analog durchgeführt. Vor der eigentlich potentiometrischen Analyse bzw. der heißen und kalten Verseifung ist eine Extraktion des Staubes mit reinem, wasserfreiem Dioxan vorgeschaltet. Die Abtrennung des Extrakts vom Inertmaterial erfolgt mit Hilfe einer Zentrifuge.

Es sei abschließend nochmals auf die Originalarbeit hingewiesen, welche die genaue Analysenvorschrift und die dabei zu beachtenden Korrekturangaben enthält.

Literatur

¹ Averell, P. R., und M. V. Norris: *Analytic. Chemistry* 20, 753 (1948); vgl. *Z. f. analyt. Chemie* 133, 237 (1951). — ² Bowen, C. V., und F. J. Edwards: *Analytic. Chemistry* 22, 706 (1950); vgl. *Z. f. analyt. Chemie* 133, 237 (1951). — ³ Ketelaar, J. A. A., and J. E. Hellingman: *Analytic. Chemistry* 23, 646 (1951). — ⁴ Schönamsgruber, M., *Z. f. analyt. Chemie*, Band 135, 23 (1952).

Über die Wirkung von „Systox“ auf *Drosophila melanogaster* Mg

Von Dipl.-Landwirt E. L u s i s

I N H A L T :

- I. Einleitung.
- II. Beschreibung der Versuche.
 - A. „Systox“ auf unbelebter Unterlage:
 - a) Gaswirkung
 - b) Fraßwirkung
 - c) Wirkungsdauer
 - B. Die Wirkung von „Systox“ nach der Aufnahme durch die Pflanze.
- III. Besprechung der Ergebnisse.
- IV. Kurze Zusammenfassung der Ergebnisse.

I. Einleitung

Der Wunsch, von Parasiten befallene Pflanzen durch innere Therapie zu heilen, ist alt (20). Die erzielten Erfolge waren bis vor kurzem gering, da es an Mitteln fehlte, die praktisch anwendbar waren. Erst während und nach dem Kriege gelang es der Firma Bayer-Leverkusen, Verbindungen aus der Gruppe der Phosphorsäureamide bzw. Phosphorsäureester herzustellen (24), die auch in der Praxis als innertherapeutische (systemische) Pflanzenschutzmittel angewandt werden können. Das erste durch die Biologische Bundesanstalt Braunschweig geprüfte und amtlich anerkannte systemische Mittel ist „Systox“.

Über die Anwendung von „Systox“ oder anderen systemischen Insektiziden und über die erzielten Erfolge liegen Versuchsergebnisse verschiedener Autoren vor (1; 2; 3; 6; 8; 10; 11; 12; 16; 21; 22; 27; 28; 29). Dagegen sind nur wenige Angaben vorhanden, ob die Mittel als Fraß-, Kontakt- oder Atemgifte wirken (1; 3; 10; 15; 26; 27; 29). Die meisten synthetischen Insektizide wirken wie durch Kontakt so auch bei Aufnahme per os. In der letzten Zeit ist viel Aufmerksamkeit der Gaswirkung geschenkt worden. Es bereitet Schwierigkeiten, die Gaswirkung einwandfrei zu isolieren. Bei den meisten Versuchen wurde die Gaswirkung ausgeschaltet und so die reine Kontakt- oder Fraßwirkung untersucht (13; 14; 19). Wenn statt der Kontakt- und Fraßwirkung nur die Gaswirkung untersucht werden sollte, wurde in Gefäßen ohne Luftzirkulation gearbeitet (9; 17). Ein Nachteil dieser Versuchsanordnung ist, daß sie von den Bedingungen im Freiland abweicht.

Die Frage der Gaswirkung der synthetischen organischen Insektizide wird komplizierter, wenn man berücksichtigt, daß eine Sublimation bzw. Kondensation der Gase stattfindet (5). Aus diesem Grund kann man die Gaswirkung dieser Insektizide nicht der von Blausäure oder ähnlichen Mitteln gleichsetzen. Durch Kondensation bzw. Sublimation kann ein Belag auf der Unterlage, die später von Insekten berührt wird, wie auch auf dem Insektenkörper gebildet werden. Es ist deswegen schwer zu sagen, ob das Insektizid durch die Atmungsorgane als Gas aufgenommen worden ist oder ob die Aufnahme durch die

Berührung des gebildeten Belages stattgefunden hat. In der vorliegenden Arbeit wurde versucht, die Gaswirkung zu prüfen, ohne daß unterschieden wurde, ob das Mittel im Gaszustand oder als Kondensat aufgenommen wird. Die Bezeichnung „Gaswirkung“ ist hier in diesem Sinne angewendet worden. Eine genaue Festlegung der Begriffe wäre sehr zu wünschen.

Für die Durchführung der in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Versuche wurde das Mittel 8169 A 34552, das nach der amtlichen Anerkennung die Handelsbezeichnung „Systox“ trägt, verwendet. Das Mittel enthält Thioglykolphosphorsäureester als Wirkstoff. Der Wirkstoff ist wasserlöslich, doch wird ihm bei der Zubereitung zum Spritzmittel ein Emulgator beigegeben, um die physikalischen Eigenschaften der Spritzbrühe günstig zu beeinflussen. Wegen des im „Systox“ enthaltenen Emulgators werden die zubereiteten Spritzbrühen in der vorliegenden Arbeit als „Emulsionen“ bezeichnet.

Als Testtiere wurden 1—3 Tage alte *Drosophila melanogaster* Mg verwendet. Zur Beurteilung der Wirkung diente die Zeit, in der eine Fliege, 50 % der Fliegen und alle Fliegen in dauernder Rückenlage sich befanden (4). Alle Versuchsgefäße wurden 24 Stunden lang mit *Drosophila melanogaster* Mg auf ihre Wirkstofffreiheit geprüft.

Bei der Klärung der Wirkung von „Systox“ sollten zwei Möglichkeiten untersucht werden:

- A. „Systox“ auf unbelebter Unterlage;
- B. „Systox“ in der Pflanze.

II. Beschreibung der Versuche

A. „Systox“ auf unbelebter Unterlage

a) Gaswirkung

1. Versuch

Zweck: Es sollte festgestellt werden, ob „Systox“ im geschlossenen Raum eine insektizide Gaswirkung auf *Drosophila melanogaster* Mg ausübt.

Anordnung (siehe Abb. Nr. 1): In einer Zwölferschale wurde eine Filterpapierscheibe mit 1 ccm 0,05%iger „Systox“-Emulsion angefeuchtet. Der Einsatz war unten mit Mull zugebunden und oben mit einem Glasdeckel abgeschlossen. Als Kontrolle diente eine Zwölferschale mit ähnlicher Anordnung,

Tabelle 1: Zeit in Minuten, nach der die Fliegen in dauernder Rückenlage waren

Wiederholungen	1 Fliege	50 %	Alle Fliegen
„Systox“ I	110	125	155
„Systox“ II	118	131	148
„Systox“ III	101	121	136
„Systox“ IV	109	119	140
„Systox“ V	111	126	166
„Systox“ Ø	109,8	124,4	149,0
H ₂ O	> 1200	—	—

nur an Stelle der „Systox“-Emulsion wurde die Filterpapierscheibe mit 1 ccm Leitungswasser angefeuchtet.

Wie aus der Tabelle Nr. 1 hervorgeht, wurde eine Gaswirkung festgestellt. Die Beobachtung der Kontrolle dauerte 20 Stunden. Bis zu diesem Zeitpunkt war keine der Fliegen in anhaltender Rückenlage, alle Tiere blieben unbeschädigt.

2. Versuch

Zweck: Es sollte festgestellt werden, ob „Systox“ im geschlossenen Raum in Mengen, die auf *Drosophila melanogaster* Mg insektizid wirken, kondensiert.

Anordnung: Die Schale wurde wie beim Versuch Nr. 1 vorbereitet, aber nicht mit Fliegen besetzt. Der Einsatz und der Deckel blieben 18 Stunden über der mit „Systox“-Emulsion angefeuchteten Filterpapierscheibe, d. h. im Raum mit „Systox“-Dampf. Nach 18 Stunden hob man den Deckel und den Einsatz von der Schale ab und bewegte beide getrennt in der Luft hin und her, um die Gasreste zu entfernen. Der Einsatz kam anschließend auf eine unbehandelte Zwölferschale, wurde mit *Drosophila melanogaster* Mg besetzt und mit dem Deckel, der unter der Einwirkung der „Systox“-Dämpfe gewesen war, zugedeckt.

Tabelle 2: Zeit in Minuten, nach der die Fliegen in dauernder Rückenlage waren

Wiederholungen	1 Fliege	50%	Alle Fliegen
„Systox“ I	50	60	82
„Systox“ II	52	62	80
„Systox“ III	36	49	70
„Systox“ IV	63	81	117
„Systox“ V	70	87	105
„Systox“ Ø	54,2	67,8	90,8

Die insektizide Wirkung muß auf die Berührung des durch Kondensation entstandenen Belages zurückgeführt werden. Diese Feststellung hat Bedeutung bei der Durchführung und bei der Beurteilung von Versuchen. Eine praktische Bedeutung kann ihr nicht beigemessen werden; denn hier hat man es kaum jemals mit einem Raum ohne jeglichen Gasaustausch zu tun.

3. Versuch

Zweck: Es war zu prüfen, ob aus einem Belag von „Systox“ auf *Drosophila melanogaster* Mg insektizid wirksame Mengen an die durchströmende Luft abgegeben werden.

Anordnung (siehe Abb. Nr. 2, die Beschreibung nach der Zeichnung von links nach rechts). Die Luft wurde von einer Wasserstrahlpumpe entfernt. An der Pumpe waren 3 Rundkolben von 500 ccm Inhalt angeschlossen. Der Luftabfluß fand am Korken, der Zufluß durch die verlängerte Leitung am Boden der Kolben statt. An den Rundkolben war eine Gaswaschflasche angeschlossen. Auch in dieser Flasche war Luftzufluß am Boden und Abfluß oben am Korken. In der Flasche waren zwei Filterpapierstreifen 2,0×17,5 cm auf-

gehängt. Die Streifen waren mit 0,1%iger „Systox“-Emulsion angefeuchtet. An der Zuleitung zu der Gaswaschflasche war ein Manometer angeschlossen, so daß der Unterdruck in der Leitung abgelesen werden konnte. Bei gleichbleibender Zusammenstellung der Apparatur kann man durch das Einstellen eines konstanten Unterdruckes die durchfließende Luftmenge konstant halten. Bei den durchgeführten Versuchen wurde mit einem Unterdruck von 15 mm H₂O-Säule gearbeitet. Die durchgeflossene Luftmenge wurde durch einen Gasometer am Ende der Leitung gemessen.

Die Rundkolben wurden mit *Drosophila melanogaster* Mg besetzt. Anschließend trat der Sog durch die Wasserstrahlpumpe in Tätigkeit. Der Druck in der Wasserleitung war gewissen Schwankungen unterworfen, deswegen war die durchgeströmte Luftmenge nicht immer der Zeit proportional. Aus diesem Grund wurde bei der Beurteilung der Wirkung die Zeit (Tabelle Nr. 3) sowie die Luftmenge (Tabelle Nr. 4) festgestellt, bis sich die Fliegen in der Rückenlage befanden.

Nachdem die Kolben 24 Stunden behandelt waren, wurden sie einzeln an die Wasserstrahlpumpe angeschlossen und 10 Minuten lang mit frischer Luft

Tabelle 3: Zeit in Minuten, nach der die Fliegen bei durchströmender Luft in dauernder Rückenlage waren

Wiederholungen	1 Fliege				50%				Alle Fliegen			
	1	2	3	Ø	1	2	3	Ø	1	2	3	Ø
Kolben 1	65	55	65	62 ± 3,3	79	72	76	76 ± 2,0	105	92	85	94 ± 5,9
Kolben 2	133	185	97	138 ± 19,2	198	250	139	196 ± 32,1	365	475	193	344 ± 82,1
Kolben 3	345	296	168	270 ± 52,8	450	475	225	383 ± 79,5	>1440	>1440	431	—

Tabelle 4: Luftmenge in l, nach der die Fliegen bei durchströmender Luft in dauernder Rückenlage waren

Wiederholungen	1 Fliege				50%				Alle Fliegen			
	1	2	3	Ø	1	2	3	Ø	1	2	3	Ø
Kolben 1	149	158	145	151 ± 3,9	185	209	169	187 ± 11,8	242	262	192	232 ± 20,8
Kolben 2	307	493	222	341 ± 80,5	503	609	325	479 ± 82,8	907	1154	442	828 ± 215,0
Kolben 3	869	734	386	663 ± 143,9	1125	1154	520	933 ± 206,7	>1441	>1328	797	—

Tabelle 5: Zeit in Minuten, nach der die Fliegen durch die Einwirkung des Rückstandes (Kondensates) in dauernder Rückenlage waren

Wiederholungen	1 Fliege				50%				Alle Fliegen			
	1	2	3	Ø	1	2	3	Ø	1	2	3	Ø
Kolben 1	218	78	255	184	391	185	280	285	>1440	365	470	—
Kolben 2	463	247	270	327	>1440	>1440	295	—	>1440	>1440	<1335	—
Kolben 3	578	<1320	<1335	—	1408	>1440	>1440	—	>1440	>1440	>1440	—

bespült. Anschließend folgte eine Prüfung mit frischen Fliegen, um festzustellen, ob sich durch die Behandlung ein insektizid wirksamer Rückstand (Kondensat) gebildet hatte.

Die Ergebnisse des Versuches Nr. 3 zeigen, daß „Systox“ aus einem Belag in insektizid wirksamen Mengen an die vorbeistreichende Luft abgegeben wird. Die Gaswirkung vermindert sich mit zunehmender Entfernung von der behandelten Fläche. Im Kolben Nr. 1 waren 50 % der Fliegen in dauernder Rückenlage nach 76, im Kolben Nr. 3 nach 383 Minuten. Diese Erscheinung kann erklärt werden, wenn man die in Tabelle Nr. 5 zusammengestellten Resultate berücksichtigt. Aus ihr geht hervor, daß sich an den Wänden der Kolben durch Kondensation ein insektizid wirksamer Belag gebildet hat. Dadurch verringert sich die Gaskonzentration und die insektizide Wirkung in den weiter angeschlossenen Kolben.

Die Luft zirkulierte, verglichen mit den Bedingungen im Freiland, noch immer sehr langsam. Der Luftdurchlauf betrug 1,9—2,5 l pro Minute, also wurde die Luft in den Kolben 4—5mal in der Minute erneuert. Diese Luftbewegung entspricht einer Windstille unter Freilandbedingungen (Windstärke 0 nach Beaufort von 0,0 bis 0,5 m pro sec.), deswegen darf man allein auf Grund der Resultate dieses Versuches der festgestellten Gaswirkung noch keine praktische Bedeutung für die Schädlingsbekämpfung unter Freilandbedingungen beimessen. Sie könnte aber gewisse Bedeutung in Gewächshäusern haben.

Die beschriebene Apparatur erlaubt, die Gaswirkung in vergleichbaren Werten auszudrücken. Sie erscheint deswegen für eine Verwendung bei der Mittelprüfung geeignet zu sein. Nach kleinen Änderungen ist es durch sie möglich, beliebige Temperatur oder Luftfeuchtigkeit in den Testkolben zu erzielen.

4. Versuch

Zweck: Es sollte die Gas-, Kontakt- und Gas- + Kontaktwirkung von „Systox“ auf *Drosophila melanogaster* Mg geprüft werden.

Anordnung (siehe Abb. Nr. 3): Es wurden zwei Glaszylinder von 34 mm ϕ und 150 mm Länge verwendet. Den Zylinder I (Numeration nach der Abb. Nr. 3) teilte man mit Hilfe einer Mullschicht in zwei Teile. Zwischen beide Zylinder kam eine Schicht Mull, die vorher in 0,05%iger „Systox“-Emulsion getränkt und an der Luft abgetrocknet war. Die beiden Zylinder wurden zusammengefügt, die Nahtstellen mit Leukoplast überklebt und die Enden mit durchgebohrten Gummistopfen verschlossen. Das Ende des Zylinders II schloß man an eine Wasserstrahlpumpe, das Ende des Zylinders I an ein Gasometer an. Ähnlich wie beim Versuch Nr. 3 konnte man den Unterdruck in der Leitung mit Hilfe eines angeschlossenen Manometers ablesen. Der Unterdruck war auf 20 mm H₂O-Säule eingestellt. Durch den Sog der Wasserstrahlpumpe wurde ein Luftstrom (nach der Abb. Nr. 3) von rechts nach links erzielt. So waren die Fliegen in der rechten Abteilung des Zylinders nur der Kontaktwirkung, in der mittleren Abteilung der Gas- und Kontaktwirkung und in der linken Abteilung nur der Gaswirkung ausgesetzt. Die Geschwindigkeit der Luftströmung konnte errechnet werden, indem man die durchgelaufene Luftmenge durch die Fläche des Querschnittes dividierte. Sie betrug bei einzelnen Wiederholungen:

1. Wiederholung: 3,72 m/Min.
2. Wiederholung: 2,71 m/Min.
3. Wiederholung: 2,19 m/Min.

Um die insektizide Wirkung festzustellen, wurde die Zahl der Fliegen, die sich nach 24 Stunden Einwirkungszeit in dauernder Rückenlage befanden, festgestellt und als relative Zahl (% von Gesamtzahl) umgerechnet.

Tabelle 6: % der Fliegen in dauernder Rückenlage nach 24 Stunden
Einwirkungszeit

Wiederholungen	1	2	3	Ø
Einwirkungsart				
Kontakt	15,4	4,3	18,2	12,6 ± 4,24
Kontakt + Gas	83,3	100,0	100,0	94,4 ± 5,57
Gas	59,1	85,2	100,0	81,4 ± 11,96

Aus den Resultaten geht hervor, daß bei der beschriebenen Versuchsanordnung die Gaswirkung am stärksten ist. Die verhältnismäßig großen Schwankungen sind durch zwei Faktoren bedingt: erstens durch den wechselnden Druck in der Wasserleitung und zweitens durch den nicht konstanten Feuchtigkeitsgrad der behandelten MULLSCHICHT. Trotz der Schwankungen sind die Resultate in ihrer Tendenz vollkommen gleich und erlauben deswegen, den oben gemachten Schluß zu ziehen.

b) Fraßwirkung

5. Versuch

Zweck: Es war zu prüfen, ob 0,01%ige „Systox“-Emulsion, angesetzt mit Leitungswasser bzw. mit Apfelsaft, auf *Drosophila melanogaster* Mg insektizid verschieden wirkt.

Anordnung: Es wurde eine 0,01%ige „Systox“-Emulsion in Leitungswasser von pH 6,5 und in Apfelsaft von pH 2,9 angesetzt. Mit 1 ccm der Emulsion feuchtete man eine Filterpapierscheibe in einer Petri-Schale an. Anschließend wurden die Petri-Schalen mit *Drosophila melanogaster* Mg besetzt.

Tabelle 7: Zeit in Minuten, nach der die Fliegen in dauernder Rückenlage waren

Wiederholungen	1 Fliege		50 %		Alle Fliegen	
	H ₂ O	Saft	H ₂ O	Saft	H ₂ O	Saft
1	105	66	126	105	146	128
2	97	91	110	100	136	117
3	83	77	96	93	116	123
4	103	92	117	108	134	129
5	91	66	120	89	160	128
6	82	47	112	79	142	103
Ø	93,5 ± 4,01	73,2 ± 7,04	113,5 ± 4,21	95,7 ± 4,03	139,0 ± 5,95	121,3 ± 3,67

Aus den Resultaten geht hervor, daß die mit Apfelsaft angesetzte „Systox“-Emulsion eine stärkere insektizide Wirkung auf *Drosophila melanogaster* Mg hat als die mit Leitungswasser angesetzte. Die Zeit, in der sich 50 % der Fliegen in dauernder Rückenlage befanden, betrug bei Leitungswasser $113,5 \pm 4,21$, bei Apfelsaft $95,7 \pm 4,03$. Die Differenz und ihr mittlerer Fehler ist $17,8 \pm 5,83$. Da die Differenz größer ist als der dreifache mittlere Fehler ($17,8 > 5,83 \times 3$), kann sie auf die Wirkung des geänderten Faktors zurückgeführt werden. Der geänderte Faktor war die Flüssigkeit, in der „Systox“ emulgiert wurde. Den Einfluß der Flüssigkeit kann man verschieden erklären. Man kann annehmen, daß Apfelsaft per os aufgenommen worden ist und als Magen- und Darmgift gewirkt hat. Während des Versuches konnte man tatsächlich beobachten, daß die Fliegen an den mit Apfelsaft benetzten Stellen sogen. In den Schalen mit der wässerigen „Systox“-Emulsion konnte man keine Saugtätigkeit feststellen. Als weitere Ursache der verschiedenen Wirkung kann der unterschiedliche pH-Wert angesehen werden. Ferner können noch die Extraktstoffe des Apfelsaftes gewisse Bedeutung haben. Diese verschiedenen Möglichkeiten wurden als Arbeitshypothesen für die weiteren Versuche genommen.

6. Versuch

Zweck: Es sollte festgestellt werden, ob 0,01%ige „Systox“-Emulsionen in Leitungswasser von pH 6,5 und in Pufferlösung von pH 2,9 auf *Drosophila melanogaster* Mg insektizid verschieden wirken.

Anordnung: Es wurde mit Zitratmischung eine Pufferlösung nach Sörensen von pH 2,9 hergestellt. Die Pufferlösung und Leitungswasser von pH 6,5 dienten zur Herstellung von 0,01%igen „Systox“-Emulsionen. Die weitere Versuchsanordnung war wie beim Versuch Nr. 5.

Tabelle 8: Zeit in Minuten, in der die Fliegen in dauernder Rückenlage waren

Wiederholungen	1 Fliege		50%		Alle Fliegen	
	H ₂ O	Puffer	H ₂ O	Puffer	H ₂ O	Puffer
1	76	67	102	97	142	125
2	79	83	109	106	139	139
3	78	90	94	110	117	155
σ	$77,7 \pm 0,88$	$80,0 \pm 6,81$	$101,7 \pm 4,33$	$104,3 \pm 3,60$	$132,7 \pm 7,88$	$139,7 \pm 8,67$

Die verschiedenen pH-Werte der Emulsionen haben keinen Einfluß auf die insektizide Wirkung gehabt.

7. Versuch

Zweck: Es war zu prüfen, ob 0,01%ige Emulsionen von „Systox“ in Leitungswasser von pH 6,5, in 10%iger Zuckerlösung von pH 6,5 und in Apfelsaft von pH 2,9 auf *Drosophila melanogaster* Mg insektizid verschieden wirken.

Anordnung: Mit einer 10%igen Zuckerlösung, mit Leitungswasser und mit Apfelsaft wurden 0,01%ige „Systox“-Emulsionen hergestellt. Weiterer Verlauf wie beim Versuch Nr. 5.

Tabelle 9: Zeit in Minuten, nach der die Fliegen in dauernder Rückenlage waren

Wiederholungen	1 Fliege			50%			Alle Fliegen		
	H ₂ O	Zucker	Saft	H ₂ O	Zucker	Saft	H ₂ O	Zucker	Saft
1	51	39	21	75	62	55	96	116	76
2	64	35	37	79	55	65	110	74	107
3	49	41	38	76	61	57	110	99	103
4	50	26	31	72	59	51	97	73	84
Σ	53,50 ± 3,52	35,25 ± 3,33	31,75 ± 3,90	75,50 ± 1,44	59,25 ± 1,60	57,00 ± 3,21	103,25 ± 3,89	90,50 ± 10,41	92,50 ± 7,44

Die Ergebnisse zeigen, daß die Emulsionen mit Zuckerwasser und mit Apfelsaft gleich schnell, dagegen die Emulsion mit Leitungswasser wesentlich langsamer wirken. 50 % der Fliegen befanden sich in dauernder Rückenlage bei:

Leitungswasser in 75,50 ± 1,44 Min.

Zuckerlösung in 59,25 ± 1,60 Min.

Apfelsaft in 57,00 ± 3,21 Min.

Die Differenz der Zeiten von Leitungswasser-Zuckerlösung ist 16,25 ± 2,20 Min., und von Leitungswasser-Apfelsaft 18,50 ± 3,52 Min. Beide Differenzen sind statistisch gesichert ($16,25 > 2,20 \times 3$; $18,50 > 3,52 \times 3$). Damit ist nachgewiesen worden, daß die Extraktstoffe des Apfelsaftes nicht die stärkere insektizide Wirkung der „Systox“-Apfelsaft-Emulsion hervorgerufen haben.

Die stärkere insektizide Wirkung von „Systox“-Emulsionen in Apfelsaft bzw. in Zuckerlösung wird auf die Aufnahme dieser Flüssigkeiten per os zurückgeführt. Diese Feststellung hat wenig Bedeutung, solange sich die starke Gaswirkung auswirken kann. Unter Bedingungen, in denen die Gaswirkung ausgeschaltet ist, kann die oben gemachte Feststellung wichtig sein.

c) Wirkungsdauer

8. Versuch

Zweck: Es sollte festgestellt werden, wie lange die insektizide Wirkung von „Systox“ aus Filterpapierscheiben gegen *Drosophila melanogaster* Mg anhält.

Anordnung: Mit 1 cm einer 0,01%igen „Systox“-Emulsion wurden Filterpapierscheiben angefeuchtet und 24 Stunden lang an der Luft zum Trocknen gelassen. Dann wurden sie in Petri-Schalen gebracht und mit *Drosophila melanogaster* Mg getestet. 6 Wiederholungen.

Ergebnis: Nach 24 Stunden Testdauer waren in allen Schalen alle Fliegen unbeschädigt, der trockene Belag übte also keine insektizide Wirkung aus.

9. Versuch

Zweck: Es war zu prüfen, ob der abgetrocknete, insektizid unwirksame Belag durch Anfeuchten wieder insektizide Wirkung gegen *Drosophila melanogaster* Mg erlangt.

Anordnung: Filterpapierscheiben, die im Versuch Nr. 9 keine insektizide Wirkung mehr auf *Drosophila melanogaster* Mg zeigten, wurden mit 1 cm

Leitungswasser bzw. mit 10%iger Zuckerlösung angefeuchtet und anschließend mit *Drosophila melanogaster* Mg getestet.

Tabelle 10: Zeit in Minuten, in der die Fliegen in dauernder Rückenlage waren

Wiederholungen	1 Fliege		50%		Alle Fliegen	
	H ₂ O	Zucker	H ₂ O	Zucker	H ₂ O	Zucker
1	109	97	134	121	175	161
2	104	89	129	107	180	167
3	100	90	129	111	177	187
Ø	104,3 ± 2,61	92,0 ± 2,52	130,7 ± 1,66	113,0 ± 4,16	177,3 ± 1,46	171,7 ± 7,86

Das Ausbleiben der insektiziden Wirkung bedeutet nicht, daß das ganze „Systox“ verdampft oder abgebaut ist, sondern daß es z. T. von dem Filterpapier absorbiert wurde. Nach Anfeuchten des Filterpapiers entsteht wieder eine „Systox“-Emulsion, die insektizid wirksam ist. Diese Feststellung ist vorerst für die Beurteilung von Laborversuchen wichtig. Ob sie auch Bedeutung für die praktische Schädlingsbekämpfung hat, kann noch nicht gesagt werden; denn die Oberfläche der Blätter oder Früchte der Pflanzen hat ganz andere physikalische Eigenschaften als das Filterpapier. Man muß auch berücksichtigen, daß die lebendigen Pflanzenteile „Systox“ aufnehmen und weiterleiten. Ob dann noch in dem Spritzbelag „Systox“ zurückbleibt, das nach Anfeuchten insektizid wirken kann, ist fraglich.

Die Filterpapierscheiben vom Versuch Nr. 9 wurden entweder mit Leitungswasser oder mit 10%iger Zuckerlösung angefeuchtet, um die Resultate der Versuche Nr. 5 und Nr. 7 einer zusätzlichen Prüfung zu unterziehen. 50 % der Fliegen waren in dauernder Rückenlage bei Wasser in $130,7 \pm 1,66$ Min. und bei Zuckerwasser in $113,0 \pm 4,16$ Min. Die Differenz ist $17,7 \pm 4,48$. Sie ist statistisch gesichert ($17,7 > 4,48 \times 3$). Auch bei dieser Versuchsanordnung wurden die Resultate der Versuche Nr. 5 und Nr. 7 bestätigt.

B. Die Wirkung von „Systox“ nach der Aufnahme durch die Pflanze

10. Versuch

Zweck: Es sollte geprüft werden, ob abgeschnittene Zweige, die mit der Schnittfläche in „Systox“-Emulsion eingetaucht sind, auf den Blättern einen gegen *Drosophila melanogaster* Mg insektizid wirkenden Belag bilden.

Anordnung: Etwa 35 cm lange abgeschnittene Endtriebe von Efeu (*Hedera helix* L) wurden mit den Schnittenden in eine 500-ccm-Flasche mit 0,1%iger „Systox“-Emulsion eingetaucht. Nach 48 Stunden schnitt man die Blätter von der Mitte des Triebes ab und verklebte die Schnittfläche mit einem schnelltrocknenden Leim. Anschließend wurden die Blätter in eine Petri-Schale gebracht und mit *Drosophila melanogaster* Mg auf die insektizide Wirkung getestet. Der Versuch war in fünffacher Wiederholung angesetzt.

Ergebnis: Keine insektizide Wirkung.

11. Versuch

Zweck: Es war festzustellen, ob die Blätter vom Versuch Nr. 10 „Systox“ in insektizid wirksamer Menge enthalten.

Anordnung: Die im Versuch Nr. 10 verwendeten Blätter wurden mit einer Rasierklinge flach angeschnitten, die dickeren Blattnerven wurden nach Möglichkeit im Längsschnitt aufgeschnitten. Anschließend kamen die Blätter in Petri-Schalen und wurden mit *Drosophila melanogaster* Mg auf die insektizide Wirkung getestet. Als Kontrolle dienten unbehandelte ähnlich aufgeschnittene Efeublätter. Die Auszählung erfolgte nach 24 Stunden.

Tabelle 11

Wiederholungen	Befund
1	Alle Fliegen tot
2	5 Fliegen tot, 6 Fliegen beschädigt, 10 Fliegen unbeschädigt
3	Alle Fliegen tot
4	Alle Fliegen tot
5	12 Fliegen tot, 2 Fliegen beschädigt, 5 Fliegen unbeschädigt
Kontrolle	Alle Fliegen unbeschädigt

Aus den Ergebnissen geht hervor, daß in den Blättern, die auf der Oberfläche keinen insektizid wirksamen Belag hatten, „Systox“ enthalten war.

12. Versuch

Zweck: Es sollte festgestellt werden, ob „Systox“ in Gasform in einer Menge, die auf *Drosophila melanogaster* Mg insektizid wirkt, aus der Pflanze ausgeschieden wird.

Anordnung: Abgeschnittene Endtriebe von Efeu wurden mit den Schnittenden in Flaschen mit 0,1%iger „Systox“-Emulsion gesteckt. Die Flaschenhälse verschloß man möglichst dicht mit Wattebäuschen. Über jeden einzelnen Trieb kam ein ebenfalls mit Wattebausch versehener Meßzylinder von 250 ccm Inhalt. Die Zahl der Blätter betrug im Durchschnitt 7 pro Zylinder. Die Efeutriebe wurden etwas gebogen, so daß die verstopften Enden der Meßzylinder nicht direkt über den Hälsen der „Systox“-Flaschen lagen. In die Zylinder kamen die *Drosophila melanogaster* Mg. Die Zahl der Wiederholungen betrug 6, außerdem wurden 2 Kontrollen mit Leitungswasser an Stelle von „Systox“-Emulsionen angesetzt.

Ergebnis: Nach 24 Stunden waren alle Fliegen in allen Zylindern unbeschädigt.

III. Besprechung der Ergebnisse

Bei der Beurteilung der Wirkungsart von „Systox“ muß man die Wirkung des Spritzbelages und die Wirkung nach der Aufnahme durch die Pflanze unterscheiden.

Der feuchte Spritzbelag von „Systox“ hat eine starke Gaswirkung. Diese konnte in Laborversuchen nachgewiesen werden. Weiter wurde festgestellt,

daß ein trockener Belag nur eine schwache oder keine insektizide Wirkung hat. Erst durch Freilandversuche kann die Bedeutung dieser Feststellungen für die praktische Schädlingsbekämpfung geklärt werden.

Die Wirkung von „Systox“ nach der Aufnahme durch die Pflanze ist noch nicht experimentell einwandfrei geklärt. „Systox“ wirkt nur auf saugende Insekten und Spinnmilben toxisch. Dafür hat man eine rein physikalische Erklärung (15; 16; 27). „Systox“ soll aus den Blättern in Gasform ausgeschieden werden. In der unmittelbaren Nähe der Blattfläche werden dann Konzentrationen, die toxisch sind, erreicht. Die saugenden Insekten und Spinnmilben sind kleine und meistens wenig bewegliche Parasiten, die sich in den Schichten mit hoher Gaskonzentration aufhalten und so abgetötet werden.

Gegen diese physikalische Erklärung sprechen zuerst mehrere theoretische Erwägungen. Wenn die Erklärung richtig wäre, so müßten auch alle minierenden Insekten abgetötet werden. Es liegen keine Berichte über Erfolge gegen sie vor. Die Wirkung von „Systox“ müßte stark windabhängig und in Gebieten mit starker Luftbewegung (Küstennähe) geringer als in anderen Gebieten sein. Solche Beobachtungen sind nicht bekannt. Ferner ist es kaum vorstellbar, daß bei einer laufenden Abgabe von „Systox“ eine Nachwirkung von 4–6 Wochen möglich wäre (15; 16; 26; 27; 29).

Bei den Versuchen Nr. 10 und Nr. 12 war keine Abgabe von „Systox“ aus den Blättern festzustellen. Die Fliegen blieben beim Versuch Nr. 12 48 Stunden in den Versuchsgefäßen. Über Nacht standen die Gefäße im Dunklen. Es ist anzunehmen, daß wenigstens einige Fliegen während der Dunkelheit unbeweglich auf den Blättern saßen. *Drosophila melanogaster* Mg unterscheidet sich in der Größe kaum von vielen Blattlausarten, so daß unter diesen Umständen, die Voraussetzungen für eine Gaswirkung nach der physikalischen Erklärungsweise gegeben waren. Es war keine insektizide Wirkung festzustellen.

Für mehrere andere Thiophosphorsäurepräparate ist eine artspezifische Wirkung auf die Cholinesterase nachgewiesen worden (3). Es liegt nahe, anzunehmen, daß die elektive Wirkung von „Systox“ auch durch die physiologischen Unterschiede zu erklären ist. In diesem Fall würde die in den Versuchen Nr. 5, 7 und 9 festgestellte Wirkung nach peroraler Aufnahme, die auch bei „Pestox“ III als die wichtigste angesehen wird (10), ebenfalls praktische Bedeutung haben.

IV. Kurze Zusammenfassung der Ergebnisse

(Die Feststellungen sind an die beschriebenen Versuchsbedingungen gebunden)

1. Im geschlossenen Raum, aufgetragen auf unbelebte Unterlage, hat „Systox“ eine Gaswirkung.
2. Das Gas von „Systox“ kondensiert; das Kondensat ist insektizid wirksam.
3. Im Raum mit durchströmender Luft wird „Systox“ in Mengen, die insektizid wirksam sind, an die Luft abgegeben.
4. Auch bei durchströmender Luft wird ein insektizid wirksamer Belag durch Kondensation gebildet.
5. Die insektizide Wirkung eines abgetrockneten Belages auf einer Unterlage, die absorptionsfähig ist, ist gering oder nicht feststellbar.
6. Durch Anfeuchten des abgetrockneten Belages kann die insektizide Wirkung wiederhergestellt werden.

7. Emulgiert in Flüssigkeiten, die von den Versuchstieren aufgenommen werden, besitzt „Systox“ eine stärkere insektizide Wirkung. Auf Grund dieser Feststellung wird die Hypothese einer Fraßwirkung aufgestellt.
8. Mit den angewandten Methoden wurde „Systox“ weder in den kutikulären Ausscheidungen der Pflanze noch in den transpirierten Gasen festgestellt.

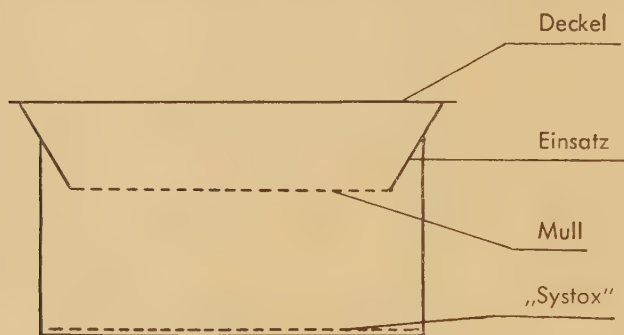


Abb. 1

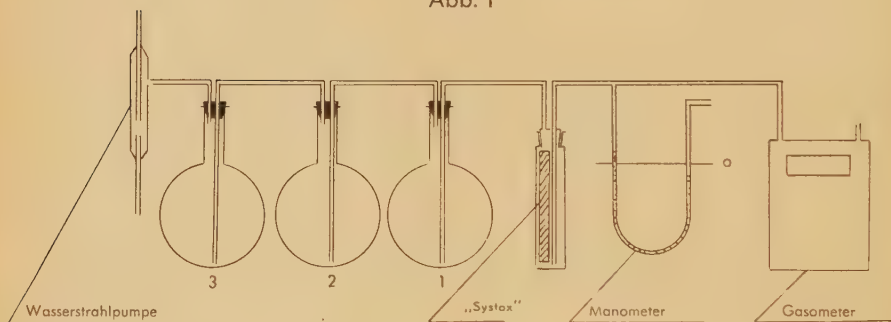


Abb. 2

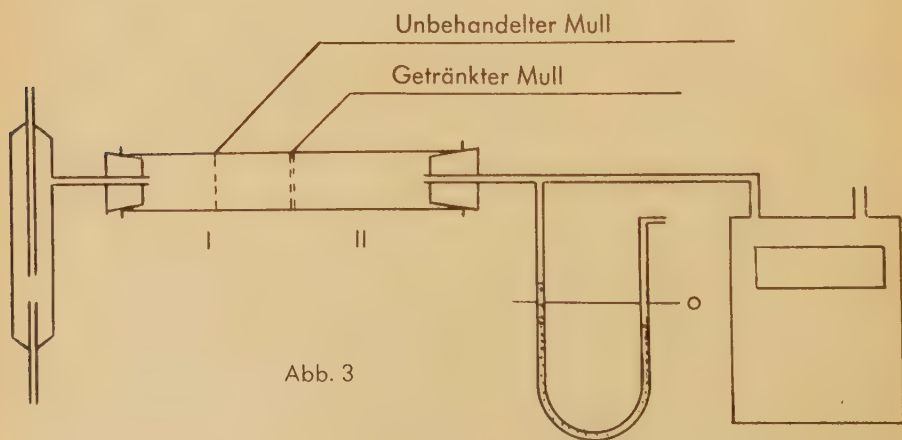


Abb. 3

Literaturverzeichnis

Die mit * bezeichneten Literaturstellen waren nur im Referat zugänglich.

- 1.* Bennet, S. H.: Preliminary experiments with systemic insecticides. — Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz, 1949, S. 362.
2. Bosse, G. H. C.: Versuche mit „Systox“ im Gartenbau. — Gartenwelt, 1952, S. 57 und S. 94.
- 3.* Duspiva, F.: Über die Wirkung einiger organischer Phosphorsäureverbindungen mit insektiziden Eigenschaften auf die Cholinesterase. — Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz, 1951, S. 395.
4. Eichler, W.: Erfahrungen im Drosophila-Test mit Kontaktinsektiziden. — Anzeiger für Schädlingskunde, 1950, S. 114.
5. Emmer, L.: Beiträge zur praktischen Anwendung und zur Wirkungsweise von „DDT“. — Anzeiger für Schädlingskunde, 1950, S. 182.
- 6.* Fjelddalen, J., Sysremiske Midler: Biokjemisk bekjemping av skadedyr. — Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz, 1951, S. 146.
7. Frohberger, P. E.: Untersuchungen über das Verhalten des Insektizides Diäthyl-p-nitrophenyl-thiophosphat („E 605“) auf und in der Pflanze. — Höfchenbriefe, 1949, Nr. 2, S. 10.
- 8.* Gaines, J. C., Ivy, E. E., Dean, H. A. and Scales, A. L.: Toxicity of Various Sulphur and Phosphorus Compounds Applied as Sprays on Spider Mites and Aphids. — Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz, 1951, S. 396.
9. Götz, B.: Methoden zur Prüfung von Pflanzenschutzmitteln XLIV. Zum luftspezifischen Gewicht der Gase von „E 605“ und Hexachlorcyclohexan. — Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig), 1950, S. 21.
10. Götz, B.: Untersuchungen über die Bekämpfungsmöglichkeit der Blattreblaus. — Wein und Rebe, Verlag der Deutschen Weinzeitung, Kirchheim & Co., GmbH., Mainz, 1950/51, S. 43.
11. Götz, B.: Die innere Pflanzentherapie und der Weinbau. — Rheinische Weinzeitung, 1952, S. 79.
- 12.* Greenslade, R. M.: The practical application of systemic insecticides. — Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz, 1952, S. 88.
- 13.* Heidenreich, E.: Biologische Untersuchungen zur Wirkungsweise von Hexachlorcyclohexan. — Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz, 1951, S. 308.
14. Itzerott, H.: Die Wirkungsweise von Aktiv-Gesarol. — Anzeiger für Schädlingskunde, 1951, S. 55.
15. Jancke, O.: Über innertherapeutische Schädlingsbekämpfung. — Anzeiger für Schädlingskunde, 1951, S. 137.
16. Jancke, O.: Beiträge zur innertherapeutischen Schädlingsbekämpfung III. — Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz, 1951, S. 179.
17. Klinke, A., und Haury, H.: Die Atemgiftwirkung neuer insektizider Mittel. — Anzeiger für Schädlingskunde, 1950, S. 22.
18. Kordatzki, W.: Taschenbuch der praktischen pH-Messungen, Verlag R. Müller & Steinicke, München, 1938, S. 55.
19. Langenbuch, R.: Quantitative Untersuchungen über die Fraßgiftwirkung des Hexachlorcyclohexans und des „DDT“. — Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig), 1951, S. 177.
20. Müller, A.: Die innere Therapie der Pflanzen. — Beihefte zur Zeitschrift für angewandte Entomologie, 1926, Nr. 8.
- 21.* Ripper, W. E., Greenslade, R. M., Lickerish, L. A.: Combined chemical and biological control of insects by means of a systemic insecticide. — Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig), 1950, S. 78.

- 22.* Ripper, W. E., Greenslade, R. M., and Hartley, G. S.: A new systemic insecticide Bis (Bis-Dimethylamino-Phosphonous) Anhydride. — Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig), 1950, S. 78.
23. Schneider, F.: Parathion, ein neues Insektizid für den Obstbau. — Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau, 1949, S. 33.
24. Schrader, G.: Zur Kenntnis neuer Insektizide auf Grundlage organischer Phosphorverbindungen. — Zeitschrift für angewandte Entomologie, Band 33, Heft 1/2, S. 328.
25. Stellwaag, F.: Pflanzenimpfung (Innere Therapie) und Assimilation. — Anzeiger für Schädlingskunde, 1943, S. 59.
26. Unterstenhöfer, G.: Über den gegenwärtigen Stand der inneren Therapie der Pflanze. — Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz, 1950, S. 272.
27. Unterstenhöfer, G.: Neue Entwicklungsmöglichkeiten in der Blattlausbekämpfung mit chemischen Mitteln. — Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz, 1951, S. 268.
- 28.* Wallace, P. P.: Octamethylpyrophosphoramid. — Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz, 1951, S. 470.
29. Zattler, F.: Versuche mit „Systox“ und anderen innertherapeutischen Mitteln gegen Rote Spinnmilbe und Blattläuse bei Hopfen. — Höfchenbriefe, 1951, Heft 4, S. 131.

Aus dem Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule
Stuttgart-Hohenheim

Direktor Prof. Dr. B. Rademacher

Die Gewächshausspinnmilbe *Tetranychus urticae* Koch *forma dianthica* und ihre Bekämpfung

Von Dozent Dr. Gudo Dosse

Einleitung

In den Gewächshäusern einiger Gärtnereien der Umgebung von Stuttgart machen sich starke Schäden an Nelken bemerkbar. Als Urheber dieser Schäden wurde eine „Rote Spinne“ festgestellt. Man spricht ganz allgemein von der Roten Spinne schlechthin und weiß nicht, um welche Art es sich handelt. In der Literatur wird *Tetranychus althaeae* von Hanstein als Gewächshausspinnmilbe angegeben. Die Ansichten darüber, ob wir es in den Gewächshäusern tatsächlich mit *T. althaeae* zu tun haben, sind allerdings geteilt.

Tetranychus althaeae ist von verschiedenen Autoren beschrieben. Die Originalbeschreibung stammt von von Hanstein 1901, der diese Milbe auf *Althaea rosea* fand, und da er sie nicht in bestehende Arten einreihen konnte, eine neue Art für sie aufstellte. Die Form ist äußerst polyphag. In der neueren Literatur wird der Name *T. althaeae* als ein Synonym von *Tetranychus urticae* Koch aufgefaßt. Ebenso sind verschiedene Autoren der Ansicht, (Gasser [1951], Zacher [1949] z. B.), daß *T. bimaculatus* Harvey, *T. telarius* aut. part und *T. urticae* Oudemans Synonyme von *T. urticae* Koch darstellen.

McGregor (1950) untersuchte ihm vorliegendes europäisches Spinnmilbenmaterial aus verschiedenen Ländern und von verschiedenen Wirtspflanzen (aus Schweden von Wein, aus Deutschland von Stockrose, aus England von *Caladium*, *Cimbidium*, *Laburnum* usw.) und identifizierte alle diese Spinnmilben als *T. althaeae*. Er trennt die amerikanische Two-Spotted Spider Mite *T. bimaculatus* von dieser Form ab und ist der Meinung, daß wir es trotz geringfügiger morphologischer Unterschiede mit zwei voneinander gut trennbaren Arten zu tun haben. Er negiert *T. urticae* wegen der unvollkommenen Beschreibung von Koch und spricht die europäische „common spider mite“ von nicht holzigen Gewächsen als *T. althaeae* an, noch dazu, wo die Originalbeschreibung von von Hanstein auf Stockrosen vorliegt und er die Spinnmilbenart dieser Wirtspflanze in der Hand hatte.

In systematischer Hinsicht bestehen heute also große Unsicherheiten und Meinungsverschiedenheiten bei der Einordnung der genannten *Tetranychus*-Arten. Während die Amerikaner an einer Trennung der Arten festhalten, sind die europäischen Autoren bestrebt, das Artenwirrwarr aufzulösen, um die Systematik in bezug auf diese Form zu vereinfachen. Ob die heutige Eingliederung zu Recht besteht, läßt sich erst entscheiden, wenn die Spinnmilbenformen der einzelnen Wirtspflanzen morphologisch und in ihrem physiologischen Verhalten miteinander verglichen sind. Es war im vorliegenden Falle daher die erste Aufgabe, die Artzugehörigkeit der Roten Spinnmilben auf Nelken im Gewächshaus und ihr physiologisches Verhalten auf dieser Wirtspflanze festzustellen.

In den letzten Jahren mehrten sich die Anzeichen, daß sich bestimmte Spinnmilbenarten nicht mehr, wie bisher, mit den Phosphor-Ester-Präparaten, wie „E 605“ forte und Parathion bekämpfen lassen. Während bis 1949 bei der verbreitetsten amerikanischen Spinnmilbe *Tetranychus bimaculatus* die Bekämpfung mit Parathion-Präparaten gute Erfolge zeitigte, traten plötzlich schlagartige Fehlschläge in Erscheinung. Die guten Abtötungserfolge in den Gewächshäusern blieben aus, auch bei Erhöhung der Anwendungskonzentration ließ sich nur eine weit geringere Anzahl von Spinnmilben abtöten. Als erste wiesen Smith und Fulton 1949 auf das Versagen von Parathion gegen die amerikanische Spinnmilbe hin. Auf Grund ihrer Untersuchungen vertreten sie die Ansicht, daß es sich dabei aber nicht um ein Versagen des Mittels handelt, sondern daß sich durch seine regelmäßige Anwendung über einen längeren Zeitraum hin besonders widerstandsfähige „resistente“ Rassen bzw. Arten herauschälen. Diese neuen widerstandsfähigen Formen lassen sich morphologisch nicht von den nicht widerstandsfähigen unterscheiden, nur in ihrem physiologischen Verhalten sind sie unterschiedlich.

Schon wenige Generationen nach den Behandlungen können unter Umständen ein geändertes physiologisches Verhalten aufweisen. Und nicht nur Parathion, sondern an einigen Stellen bewirkten auch andere Phosphor-Präparate und weitere synthetische Mittel die Herausbildung „resistenter“ Stämme. Nach Neiswander und Rodriguez (1950) spielen dabei die Futterpflanzen eine gewisse Rolle. So fanden sie, daß eine Spinnmilbenpopulation von Rosen sich gewöhnlich resistenter gegenüber Acariciden verhält, als eine solche von Bohnen, und diese wieder widerstandsfähiger ist als eine Population auf Tomaten. Eine Umsiedlung auf andere Futterpflanzen bewirkt nach ihrer Ansicht eine Veränderung der Widerstandsfähigkeit gegenüber den angewandten Mitteln.

Smith und Fulton (1951) stellten dagegen nach dreijähriger Untersuchung fest, daß ein resistenter Stamm nach der Umsiedelung auf andere Kulturpflanzen oder Unkräuter seine Resistenz gegen Parathion über zehn Monate nicht verliert, auch wenn er in dieser Zeit nicht mit einem Acaricid in Berührung kam. Ferner konnten die beiden Autoren die Beobachtung machen, daß gegen Parathion „resistente“ und „nicht resistente“ Arten nicht gemeinsam in dem gleichen Gewächshaus vorkommen. Eine ganze Reihe von Untersuchungen liegen über diesen Fragenkomplex aus Amerika vor, die die Ansichten der obengenannten Autoren bestätigen.

In den Nelkengewächshäusern aus der Umgebung von Stuttgart konnten bei der Bekämpfung mit „E 605“ forte ähnliche Beobachtungen gemacht werden. Die vorliegende Rote Spinne an Nelken ließ sich bis zum Jahre 1950 mit diesem Mittel sehr gut in Schach halten. Dann aber ließ sie sich nur noch zu einem geringen Prozentsatz abtöten, vor allem, wenn die Behandlungen im frühen Frühjahr erfolgten. Im Sommer dagegen ging die Wirksamkeit des Mittels so weit zurück, daß man kaum noch von Erfolg sprechen konnte. Handelt es sich hier in Deutschland nun um ein Versagen von „E 605“ forte gegen Spinnmilben schlechthin? Dieser Gedanke ist nach den amerikanischen Untersuchungen kaum einleuchtend, noch dazu, wo an anderen Stellen bis zum heutigen Tage beste Erfolge mit „E 605“ forte gegen Spinnmilben berichtet werden (z. B. Z a t t l e r 1951), eine Tatsache, die sich natürlich jeden Tag ändern kann. Wenn man also den Gedanken des Versagens des Ester-Präparates ablehnt, tritt der andere in den Vordergrund, daß hier in Deutschland bei diesen Nelkenspinnmilben die gleichen Erscheinungen zu verzeichnen sind wie in Amerika an *T. bimaculatus*, nämlich die Herausbildung von widerstandsfähigen Formen, auf die das Mittel nicht mehr anspricht.

Der Klärung dieser Frage und gleichzeitig der Frage der Bekämpfungsmöglichkeit dienen die angestellten Untersuchungen, über deren Ergebnisse hier berichtet werden soll.

Morphologie

Die hier vorliegende Nelkenspinnmilbe aus dem Gewächshaus ist ihrem ganzen Habitus nach eine *Tetranychus*-Art. Sie besitzt die für das Genus *T.* bezeichnenden Merkmale. Wir finden die vier Hafthaare an den reduzierten Ambulakralkrallen, ferner ist das *Peritremata* einfach, mehrkammerig, und der Endabschnitt nach innen umgebogen. Bei den Weibchen bilden die Hautleisten im Medianfelde des *Hysterosoma* zwischen den *setae lumbales* und *sacrales* eine rhombische Figur. Das *Empodium* ist mit Ausnahme des ersten Beinpaars beim Männchen in sechs nach hinten gerichtete Nadeln gespalten. Der Penis besitzt einen Endbart. Der Körper von Männchen und Weibchen trägt dorsal sechs Querreihen von Haaren.

Die Untersuchung der Spinnmilben wurde auf die verschiedenste Weise vorgenommen. Da die Männchen relativ wenig Fetteinlagerungen besitzen, bewährte sich bei ihnen ein sofortiges Einlegen in eine Faure-Lösung. Auch ein Verbringen der Tiere in ein Gemisch von Polyvenylalkohol nach Heinze (1951) brachte eine gute Aufhellung zuwege. Man hatte sogar den Eindruck, bei einem direkten Verbringen der Tiere in das Polyvenylgemisch bessere Resultate zu erhalten. Nach 24 Stunden waren die Tiere vollkommen aufgehellt und zu einer eingehenden systematischen Untersuchung brauchbar.

Bei den Weibchen bewährte sich das direkte Einlegen der Tiere in die Einbettungsmittel insofern nicht, als die Fett- und Farbeinlagerungen zu stark

sind. Diese traten z. T. aus dem Körper heraus und setzten sich außen fest, so daß die Untersuchung erschwert war. Auch längeres Liegen in den genannten Flüssigkeiten führte keine Verbesserung der Resultate herbei. Es mußte daher bei den Weibchen nach einer anderen Methode gesucht werden.

Die von Börner (1942 u. 1951) für Blattläuse empfohlene Methode des Entfettens in einer Mischung von Tetrachlorkohlenstoff plus Alkohol bewährte sich bei den vorliegenden Spinnmilben nicht, wenn die Fixierung auf kaltem Wege erfolgte. Die Entfettung und Entfärbung war zwar ausgezeichnet, aber die Tiere krümmten ihre Gliedmaßen durch die Fixierung sehr stark ein. Die Mandibularplatte war eingezogen, so daß die Untersuchung der Empodial-

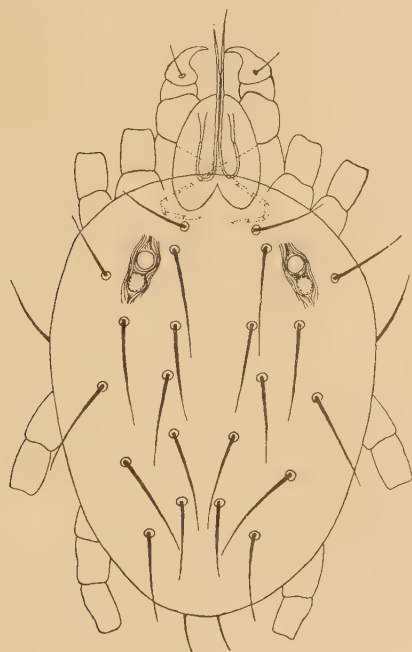


Abb. 1. Weibchen der Nelkenspinnmilbe

anhänge und des *Peritrematas* nicht immer möglich war. In heißem, 80%igem Alkohol fixierte und dann in Tetrachlorkohlenstoff plus Alkohol (1:1) entfettete Milben ließen sich dagegen gut untersuchen.

Auch die Methode eines Verbringens der nicht fixierten Tiere in konzentrierte Milchsäure, wie Geijskes (1939) vorschlägt, war von gutem Erfolg begleitet. Brachte man die voll ausmazerierten Tiere hernach in Faure- oder in das Polyvenylalkohol-Gemisch, so blieben die Gliedmaßen gestreckt und auch die Mandibularplatten waren nicht eingezogen. Jedoch auch dieser Behandlungsweise hafteten Nachteile an; denn Milchsäure sowohl wie die Einbettungsflüssigkeiten wirkten zu stark aufhellend. Daher wurden die Objekte nach der Mazeration in Milchsäure angefärbt. Am besten bewährte sich hierbei das Direkttiefschwarz der Farbenfabriken Bayer (25 mg auf 50 ccm 96%igen Alkohol). Da bisher keine Methode zur Anfärbung des Chitins bei Spinnmilben

bekannt ist, wurden versuchsweise verschieden lange Färbezeiten gewählt. Um eine genügende Anfärbung des Chitins zu erreichen, mußten die Objekte mindestens zwei Tage in der Farbe verbleiben. Eine Überfärbung trat bei längerem Färben nicht ein. Nach der Mazeration in Milchsäure und Färben in Direkttiefschwarz traten alle Eigenschaften gut zutage, und die Tiere konnten in Faure- oder Polyvenylalkohol-Gemisch untersucht werden.

Die Weibchen der hier vorliegenden *Tetranychus*-Art sind ovalrund, der Körper ist dorsal schwach gewölbt, die Ventralseite abgeplattet. Die Tiere sind während des ganzen Jahres einheitlich gefärbt. Der Grundton des Rückens ist ein gelbliches Rot. Rechts und links der Medianlinie liegen mehrere verschieden große, dunklere Flecken, deren Farbe von Rot bis Braunrot schwankt. Gleich nach dem Schlüpfen aus der *Teleiochrysalis* sind sie schwärzlich und gehen dann später über ein Rostbraun in die dunkel rötliche Farbe über. Das *Gnathosoma* der Weibchen trägt die gleiche helle gelbliche Farbe wie die Beine. Am Schluß ihres Lebens sind die Weibchen ganz einheitlich dunkelrubin gefärbt.



Abb. 2. Haaranatz

Durch die Aufwölbung des Rückens sind die Augen von oben nicht deutlich zu erkennen, sondern nur von vorn. Es sind zwei Augenpaare vorhanden. Das vorderste Auge ist vollkommen ausgebildet, mit einer *Cornea*, das hintere unvollkommen. Das vordere Auge ist durchweg rot pigmentiert, beim hinteren nur der oberste Rand.

Alle Autoren, die sich bisher mit *Tetranychus*-Arten beschäftigten, fanden, daß die Tiere einer Population in ihren Größenverhältnissen stark variieren. Auch bei der vorliegenden Art schwankt die Größe erheblich. Nach über 100 Messungen wurde eine durchschnittliche Gesamtlänge einschließlich der *Pedipalpen* von 0,502 mm ermittelt. Die gemessenen Werte lagen zwischen 0,592 und 0,405 mm. Die breiteste Stelle liegt im *Propodosoma* in der Nähe des dritten Beinpaares. Die Durchschnittsbreite beträgt 0,270 mm mit einer Schwankung von 0,315 bis 0,240 mm. Das Verhältnis von Länge zu Breite ist 1,85 : 1. Die Messungen wurden an frisch abgetöteten Weibchen vorgenommen.

Dorsal sind die Haare des Weibchen in sechs Querreihen angeordnet (Abb. 1), von denen die vorderste nur aus einem Paar *setae externae* besteht, alle andern außerdem ein Paar *setae internae* besitzen. Lateral zwischen den *setae humerales* und *dorsales* befindet sich je ein Randhaar. Die *setae chunales* werden durch zwei Postanalhaare ersetzt, die ganz am Ende des Körpers stehen, direkt nach hinten gerichtet sind und über den Körper hinausragen. Die Einzelhaare sind lang und überragen die nächste Querreihe um ungefähr $\frac{1}{3}$, nur die *setae humerales* die der *setae dorsales* um die Hälfte. Jedes Haar sitzt in einer kleinen Grube, deren Rand durch einen Basalring abgeschlossen wird. Der Basalteil des Haares in der Grube ist kugelig und gegen das Haar etwas eingeschnürt (Abb. 2 und 3).



a)

b)

c)

Abb. 3. Haaransatz

Aufnahme:

Leitz-Apochr.-Öl-Imm. Pv Apo Öl 90/1, 10;

Peripl.-Ok. 10×; Leica-Micas 1/2×;

Phasenkontrast. Nachvergrößert auf 2500:1

Um die geschilderte Ansatzstelle deutlich klar zu machen, wurden mit Hilfe des Phasenkontrastmikroskopes 3 Aufnahmen bei verschiedener Einstellung gemacht. Abb. 3a zeigt den Borstenansatz bei oberster mikroskopischer Einstellung. Schon hier erkennt man, daß das Haar nicht auf der Hautoberfläche seinen Ursprung nimmt. Noch deutlicher tritt dies bei Abb. 3b und 3c in Erscheinung, die bei mittlerer und tiefer Einstellung erkennen lassen, wie das Haar in die Haut eingesenkt ist.

Die Oberfläche des Haares erscheint glatt. Erst bei allerstärkster Vergrößerung (ab 1350fach) läßt sich eine feine Strichelung sichtbar machen, die sich bei näherer Betrachtung als fein zugespitzte, übereinanderliegende Schüppchen identifizieren lassen. Als „Behaarung“ kann man diese Ausbildung der Rückenborste kaum noch bezeichnen.

Die Haare auf der Ventralseite des Körpers sind kürzer und schwächer ausgebildet. Im Genitalfeld sitzen oberhalb der Geschlechtsöffnung zwei Haare, rechts und links davon außerhalb des Genitalfeldes wieder je eins. Der *Uroporus* ist umsäumt von zwei Haarpaaren, dem Rande genähert sitzt ein weiteres.

Am *Gnathosoma* befinden sich die Mundwerkzeuge, die aus den zusammengewachsenen und umgebildeten Mandibeln und den Pedi- oder Maxillarpalpen bestehen. Die zusammengewachsenen Mandibelbasen bilden die Mandibularplatte. Diese ist nach vorn abgerundet und weist an dieser Stelle keine Ein-

kerbung auf. Ihre Gestalt ist gedrunken, das Verhältnis von Länge zu Breite beträgt 9 : 5,9.

In die Mandibularplatte eingebettet sind die *Digitales mobiles*, die nadelförmigen Stilette. Das *Peritremata* der vorliegenden Form ist nicht gegabelt und in seinem Endabschnitt in 5 oder 6 Kammern gegliedert (Abb. 4). In einem Falle wurden sogar 7 Kammern gezählt. Die Endkammer ist kaum länger als die übrigen



Abb. 4. Peritremata

und konisch zugespitzt. Der Endabschnitt ist nach innen umgebogen und in seiner Form unterschiedlich. Die in der Biegung gelegene Kammer ist manchmal glattrund, meist trägt sie an der Außenseite einen hakenförmigen Fortsatz, der gelegentlich auch innen zu finden ist.

Die *Tibia* der Maxillarpalpen besitzt eine stark gekrümmte Krallen, die Tibialkrallen. An der Ventralseite finden wir den *Tarsus*, bei dem eines der beiden Sinneshaare zu dem sog. Endkölbchen umgebildet ist. Dieses Endkölbchen ist an der Basis eingeeengt und hat die Form eines Schiffspahls. Es ist zweimal so lang wie breit. Das zweite Sinnesorgan, das sog. Spindelchen, ist schlank und vorn etwas zugespitzt. Es ist viermal so lang wie breit. Seine Oberfläche ist unregelmäßig bedornt. Das ganze Gebilde erinnert an einen Warzenkaktus. Zwischen Spindelchen und Endkölbchen stehen 2 Stechborsten. Einschließlich der beiden Sinnesorgane finden sich auf dem *Palptarsus* 7 Borsten, von denen eine besonders große in der Nähe des Spindelchens steht (Abb. 5).



Abb. 5. Pedipalpus

Die Beine des Weibchens sind kürzer als der Körper. Die Einzelteile der Gliedmaßen variieren in ihrer Länge bei den verschiedenen Individuen. Jedoch kann man der Größe nach eine Reihe aufstellen, die immer die gleiche bleibt. Immer ist beim ersten Beinpaar des Weibchens der *Femur* am längsten. Der *Tarsus* steht ihm in der Länge nur wenig nach, dann folgen *Tibia*, *Patella* und *Trochanter*, und die *Coxa* stellt stets das kleinste Glied in der Reihe dar.

Das *Empodium* aller Beine des Weibchens ist nach unten abgebogen und in sechs ziemlich gleich dicke und lange Nadeln aufgespalten, die in zwei Reihen

angeordnet sind (Abb. 6). Auffällig ist die Ausbildung des *Trochanters* bei allen Beinpaaren. Von dorsal erkennt man einen spitz ausgezogenen, lappenförmigen Fortsatz, der sich über den *Femur* hinaufschiebt. Bemerkenswert ist weiter die Beborstung des *Tarsus* I. Es findet sich auf ihm eine Vielzahl von

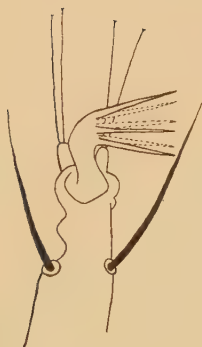


Abb. 6. ♀ Empodium I



Abb. 7. ♀ Tarsus I

relativ langen Borsten, die zum großen Teil in Doppelreihen angeordnet sind. Dazwischen stehen einzelne, z. T. kürzere Borsten. Am Vorderende des *Tarsus* sitzt eine besonders lange Borste, die weit hinausragt. Die beiden längsten Borsten werden von je einer sehr kleinen flankiert. Die Gesamtzahl der Borsten variiert, sie liegt zwischen 18 und 21 (Abb. 7).

Die Männchen der hier vorliegenden Spinnmilbe sind in ihrer Form und Farbe von den Weibchen grundverschieden. Sie sind weitaus kleiner, das größte Männchen reicht längst nicht an das kleinste Weibchen heran. Die Messungen ergaben für die Länge einen Durchschnitt von 0,339 mm, für die Breite einen solchen von 0,166 mm. Die Schwankungen waren nicht ganz so stark wie bei den Weibchen, die gemessenen Werte lagen bei der Länge zwischen 0,370 und 0,325 mm und bei der Breite zwischen 0,177 und 0,148 mm. Das Verhältnis von Länge zu Breite beträgt 2 : 1.

Die Männchen haben eine birnenförmige Gestalt (Abb 8), die breiteste Stelle liegt zwischen dem zweiten und dritten Beinpaar. Der Körper ist flacher als der des Weibchens, so daß die roten Augen von dorsal immer zu sehen sind. Die beiden Doppelaugen sind wie bei den Weibchen ausgebildet und rot pigmentiert.



Abb. 8. Männchen der Nalkenspinnmilbe

In der Farbe sind die erwachsenen Männchen wesentlich heller als die Weibchen. Nach dem Schlüpfen sind sie grünlich-weißlich, später geht der Farbton ins Hellgelblich-Rötliche über. Das dunkelste Männchen kommt kaum an die Farbe des hellsten Weibchens heran. Die lateral gelegenen Rückenflecken bleiben beim Männchen im Schwärzlichen stehen und schlagen niemals nach Rot um wie bei den Weibchen. Die Farbe der Männchen bleibt während des ganzen Jahres wie geschildert.

Die dorsale Beborstung der Männchen entspricht in ihrer Anordnung der der Weibchen. Insgesamt sind die Haare im Verhältnis zur Körpergröße etwas länger.

Ventral sind beim Männchen die Haare ebenso wie beim Weibchen etwas feiner und schwächer ausgebildet, auch sind sie kürzer als auf der Dorsalseite. Die Genitalöffnung wird von acht Haaren flankiert, von denen rechts und links vom Penis je vier stehen. Zwei weitere finden sich lateral dem Rande genähert, so daß insgesamt zehn Haare auf dem Körperende zu finden sind.

Der Aufbau der Mundwerkzeuge ist beim Männchen im Prinzip der gleiche wie beim Weibchen, nur sind die Pedipalpen beim Männchen relativ länger, so daß die schlankere Gestalt des Männchens noch betont wird. Oben auf dem *Palptrochanter*, der etwas zipfelförmig ausgezogen ist, sitzt, den Stiletten genähert, ein zugespitztes Kölbchen, das dem Weibchen fehlt. Der *Palptarsus* trägt bei beiden Geschlechtern die gleiche Anzahl von Sinnesborsten, Endkölbchen und Spindelchen sind gleichmäßig ausgebildet und geformt. Ebenso ist der Bau des *Peritrematas* beim Männchen der gleiche wie beim Weibchen. Es enthält in seinem Endabschnitt 5—6 Kammern, von denen die äußerste meist etwas länger als die vorletzte und mehr oder minder spitz ausgezogen ist.

Die Beine des Männchens sind im Verhältnis zu denen der Weibchen länger, insgesamt aber nicht länger als der Körper. Im Aufbau des Ambulakralapparates der Tarsen besteht zwischen den Geschlechtern ein großer Unterschied. Während die *Empodia* der dritten und vierten Beinpaare in ihrem Aufbau gleich sind, sind die ersten und zweiten Beinpaare verschieden gestaltet.

Von systematischer Bedeutung ist vor allem die Gestalt des ersten Beinpaars beim Männchen. Bei der vorliegenden Spinnmilbenart besteht es aus einer gespaltenen Schaufel. Der größere, untere Teil ist innen etwas ausgehöhlt, so daß die Schaufelform zutage tritt. An dieser Schaufel befinden sich zwei kleine Zähnnchen und nach außen zu vier winzig kleine Zacken, die sehr schwer sichtbar zu machen sind. Diese sechs zähnchenförmigen Gebilde stellen die Überreste der an den übrigen Beinen vorhandenen sechs Empodialnadeln dar. Dorsal sitzt auf der Empodialschaukel des *Tarsus* I ein kurzer, dornartiger Fortsatz (Abb. 9).



Abb. 9. ♂ Empodium I



Abb. 10. ♂ Empodium II



Abb. 11. ♂ Empodium III

Dieser Dornfortsatz ist auch noch beim *Empodium* des zweiten Beinpaars der Männchen vorhanden (Abb. 10), während hier die Ausbildung des ventralen Teiles nicht die Schaufelform zeigt, sondern in sechs gleichartige Nadeln gespalten ist, wie wir sie beim dritten und vierten Beinpaar des Männchens und bei allen Beinpaaren des Weibchens finden. Am dritten und vierten Beinpaar des Männchens fehlt der genannte Dornfortsatz (Abb. 11). Die mit dem Phasenkontrastmikroskop angefertigten Mikroaufnahmen (Abb. 12) bestätigen die gefundenen Ergebnisse. Die Spaltung des *Empodiums* I in eine ventrale Schaufel und einen spitzig ausgezogenen dorsalen Fortsatz ist auf Abb. 12a klar zu erkennen. Auf *Empodium* II ist dieser Fortsatz etwas verkürzt (Abb. 12b), während er auf den hinteren Beinpaaren nicht mehr vorhanden ist, wie Abb. 12c für das *Empodium* IV zeigt. Die Beborstung des *Tarsus* I ist beim Männchen die gleiche wie beim Weibchen, man findet hier wieder 18—21 Borsten.

Von ebenso großer systematischer Bedeutung ist die Ausbildung des Penis. Bei der vorliegenden Form ist der Penis äußerst schlank gebaut. Der Stiel nimmt ca. $\frac{3}{4}$ der ganzen Länge für sich in Anspruch. Der Schaft ist relativ kurz, biegt in einem Winkel von fast 90° nach oben um und trägt einen Endbart, der nach außen stärker verbreitert ist als nach innen. Die Chitinisierung

Abb. 12.

Aufnahme:

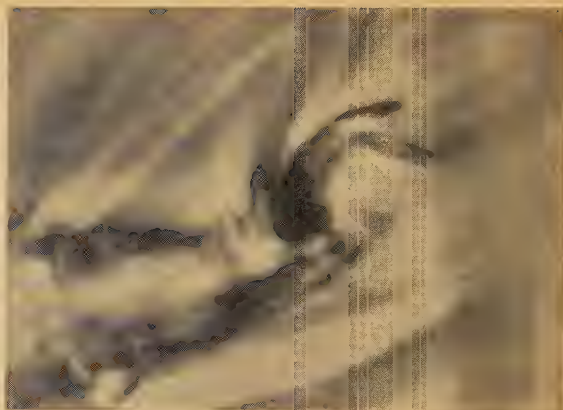
Leitz-Apoch. Öl-lins. Iv. Ap. Öl

60/1, 10

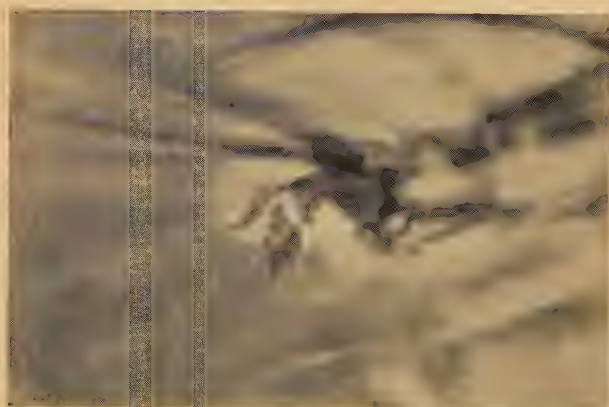
Peripl.-Öl. 100x; Leica-Micra 100x;

Phasenkontrast.

Nachvergrößerung 2500:1



a) Empodium I



b) Empodium II



c) Empodium IV

läßt sich bis zum *Basallobus* gut verfolgen. Der *Basullobus* ist nicht spitz nach oben ausgezogen, vom Haken bis zum *Lobus* verläuft der Penis ziemlich gradlinig (Abb 13 *).

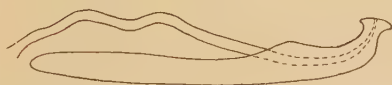


Abb. 13. Penis

Systematische Zugehörigkeit

Vergleicht man nun die Gewächshausnelkenspinnmilbe mit den vorliegenden Beschreibungen von *T. urticae* und *T. althaeae*, so stimmen alle diese Formen grundlegend miteinander überein. Nur in einigen Einzelheiten lassen sich Unterschiede herauschälen.

McGregor erwähnt in seiner zusammenfassenden Arbeit 1950 das *Peritremata* von *T. althaeae* überhaupt nicht. Für *T. urticae* geben Geijskes (1939) und Gasser (1951) vier Kammern an. Die Nelkenspinnmilbe besitzt demgegenüber 5—6 Kammern in dem Endabschnitt ihres *Peritrematas*, und zwar in beiden Geschlechtern.

Auffällig war bei der Spinnmilbe auf Nelken die Ausbildung des Spindelchens auf dem *Palptarsus*. Es zeigte bei beiden Geschlechtern eine unregelmäßige Bedornung auf seiner ganzen Oberfläche. Geijskes (1939) und Gasser (1951) schildern zwar die Form und Gestalt des Spindelchens, erwähnen jedoch nichts von dieser Bedornung. Bei einigen anderen *Tetranychus*-Arten lassen die Geijskeschen Abbildungen aber eine ähnliche Ausbildung des Spindelchens erkennen, von denen die bei *T. fragariae* Oudemans und *T. choisyae* Oudemans der vorliegenden Form in seiner Bedornung am nächsten kommt.

Die Beborstung des *Tarsus* I in beiden Geschlechtern der Nelkenspinnmilbe zeigt, wie wir gesehen haben, eine reichliche Ausbildung von größeren und kleineren Haaren, deren Anzahl zwischen 18 und 21 schwankt. Geijskes (1939) und Gasser (1951) gehen bei ihrer Besprechung auf die Beborstung des *Tarsus* I nicht ein, und ihre Abbildungen lassen nur 10 bzw. 7—8 Haare auf dem *Tarsus* erkennen. McGregor (1950) bespricht bei *T. althaeae* zwar die Anordnung der Haare, gibt aber ebenfalls für sie nur eine geringere Zahl an. Auf der andern Seite beschreibt er auf Grund von starker Behaarung des *Tarsus* I eine neue Art, deren Hauptmerkmal gegenüber den anderen *T.*-Arten in dem Vorhandensein einer Vielzahl von Haaren auf *Tarsus* I liegt, und der er den Namen *T. multisetis* McGregor gibt. Seine Zeichnung entspricht mit 20 Haaren auf dem *Tarsus* I unserer Nelkenspinnmilbe.

Ein weiterer Unterschied liegt in der Ausbildung der *Empodia* der Beine des Männchens. Nach den genannten Autoren besitzt das Männchen der *T. urticae* an allen vier Beinpaaren dorsal einen krallenförmigen Fortsatz, der bei der Nelkenspinnmilbe nur auf den ersten beiden Beinpaaren zu finden ist, am dritten und vierten Beinpaar dagegen fehlt. In diesem Merkmal stimmt

*) Herrn Doz. Dr. Burcik vom Botanischen Institut Hohenheim sei an dieser Stelle herzlich gedankt für die Herstellung der Mikroaufnahmen und die freundlicherweise gegebene Möglichkeit, die Untersuchungsergebnisse mit dem Phasenkontrastmikroskop zu kontrollieren. Ferner sei Frä. Ula Hermann für die Anfertigung der Zeichnungen gedankt.

die Nelkenspinnmilbe mit *T. choisyae* überein, während *T. fragariae* mit dem dorsalen Krallenfortsatz auf allen vier Beinen des Männchens *T. urticae* gleicht, die Geijskes (1939) und Gasser (1951) beschreiben.

Der Penis wird für *T. althaeae* und *urticae* in gleicher Weise beschrieben, und auch die Abbildungen decken sich fast. Der Penis der Nelkenspinnmilbe zeigt den gleichen Aufbau und die gleiche Ausbildung des Hakens und Endbartes. Aber durch den überaus langen Stiel sind die Proportionen der Penis-teile geändert, das Glied wirkt weit größer und schlanker. Geijskes (1939) gibt für *T. fragariae* solche Form des Penis an.

Während bei grobmorphologischer Betrachtung die vorliegende Nelkenspinnmilbe mit *T. „althaeae“* und *T. „urticae“* identisch zu sein scheint, lassen sich bei genauer Untersuchung doch eine ganze Reihe von unterschiedlichen systematischen Merkmalen herauschälen, die es vielleicht rechtfertigen ließen, für sie eine neue Species aufzustellen. McGregor (1950) trennt auf Grund geringfügiger Abweichungen Spinnmilbenarten voneinander ab, z. B. *T. bimaculatus* von *T. althaeae*, und auch Geijskes (1939) erklärt, daß z. B. *T. fragariae*, *T. sambuci* und *T. urticae* sich weitgehend ähneln und *T. choisyae* sich von *T. urticae* nur in ganz wenigen Punkten unterscheidet. Unsere Nelkenspinnmilbe gleicht nicht nur in vielen Punkten der *T. „althaeae“* und *T. „urticae“*, sondern weist ebenso viele Gemeinsamkeiten zu anderen *T.*-Arten auf, wie *T. fragariae* und *T. choisyae*.

Ein Vergleich von vorliegenden Freilandspinnmilben von der Stockrose, von Brennessel und vom Hopfen zeigt eine so weitgehende Übereinstimmung, daß man diese Formen alle als eine einzige Art auffassen müßte. Wir finden allerdings auch morphologische Unterschiede, die aber innerhalb der Variationsbreite der Art zu liegen scheinen. Als Beispiel sei das *Peritremata* und die Behorstellung des *Tarsus* I genannt. Bei allen drei Formen gab es Individuen mit vierkammerigem *Peritremata* und auch solche mit fünf Kammern. Ebenso schwankte die Behorstellung von *Tarsus* I zwischen 13 und 17. Die Größe und Farbe aller genannten Formen variieren ja ebenfalls innerhalb so weiter Grenzen, daß sie nicht zu Artabgrenzungen benutzt werden können.

Auf Grund der eingangs geschilderten Unsicherheit in der Abgrenzung der einzelnen *T.*-Arten voneinander wird von der Aufstellung einer neuen Art für die Nelkenspinnmilbe Abstand genommen. Vielleicht würde sich bei einer Revision der obengenannten Arten herausstellen, daß alle diese Formen als eine einzige Art aufzufassen sind, die in mehrere Unterarten oder ökologische Rassen aufgespalten ist. Unter dem Gesichtspunkt, daß es sich bei der Nelkenspinnmilbe um eine ökologische Rasse von *T. urticae* handelt, wird für sie nach ihrer Wirtspflanze der Name *Tetranychus urticae* Koch *forma dianthica* vorgeschlagen.

Die Amerikaner sprechen, wie schon gesagt, bei der Spinnmilbe *T. bimaculatus* von verschiedenen Rassen, die je nach ihrer Futterpflanze sich physiologisch verschieden verhalten, für die aber keine morphologischen Unterschiede auffindbar waren. Die *forma dianthica* zeigt einige morphologische Unterschiede gegenüber den Individuen der Rassen anderer Wirtspflanzen, und daß sie sich auch physiologisch anders verhält, wird noch auszuführen sein.

Biologie

T. urticae forma dianthica besiedelt in den Gewächshäusern die Nelken in erster Linie auf der Blattoberseite. Erst bei stärkerem Befall wird auch die Blattunterseite belegt. Dabei konnte beobachtet werden, daß zumeist älteren

Blättern, deren Farbe am dunkelsten ist und die die größte Wachsschicht tragen, der Vorzug gegeben wird. Das hängt wohl mit der Wanderung der Milben im Frühjahr vom Boden aus zusammen. Erst nach und nach wandern die Spinnmilben, und zwar vor allem die legebereiten Weibchen, auf die jüngeren Blätter über. Man hat fast den Eindruck, daß trotz starker Belegung der älteren Blätter die jüngeren nur zögernd angenommen werden. Vielleicht muß das Blatt einen bestimmten physiologischen Zustand erreicht haben, um der Spinnmilbe genehm zu sein.

Durch den Saugakt der Spinnmilben verfärben sich die Nelkenblätter, sie bekommen durch die vielen Anstichstellen ein graugesprenkeltes Aussehen, fangen an, vorzeitig zu vertrocknen und sterben ab. Der Wuchs der Nelkenpflanze kommt ins Stocken. Bei starker Vermehrung der Spinnmilben wird ihr Biotop eingeengt, es kommt auf diese Weise zu Massenanhäufungen an Blättern und Knospen. Vielmals hatte es den Anschein, eine Knospe stünde kurz vor dem Öffnen und würde eine rote Blüte ergeben. Bei genauerer Betrachtung erkannte man aber diese Knospen über und über mit adulten Weibchen besetzt, die aus Raumnot zu einem roten Knäuel zusammengeballt die Knospen vollkommen überzogen.

Die *forma dianthica* besitzt ein ausgeprägtes Spinnvermögen. Zumeist finden wir die Spinnfäden auf der Blattoberseite der Nelke. Es kann so weit gehen, daß das ganze Blatt von einem Dach von Spinnfäden überzogen ist, unter dem die Entwicklung der Spinnmilben vor sich geht. Auch in den Blattachseln werden mehr oder minder ausgedehnte Gespinste angelegt, die sich vom Blatt zum Stengel ziehen können.

Die Eiablage durch die Spinnmilbenweibchen erfolgt auf dem ganzen Blatt. Hierbei wird die Oberseite bevorzugt, aber es können auch auf der Blattunterseite Eiablagen in der gleichen Weise erfolgen wie oberseits. Die Eier werden wahllos abgelegt, manchmal in Kolonien dicht beieinander, ein andermal einzeln. Die maximale Eiablage in Laboratoriumsversuchen lag bei einer Dauertemperatur von 30°C und 35–40 % rel. Luftfeuchtigkeit, sie betrug 129 für ein Individuum. Dieses Weibchen legte maximal 13 Eier an einem Tage, durchschnittlich pro Tag 8. Die Eiablagezeit dauerte für dieses Weibchen also 16 Tage, seine Gesamtlebensdauer nicht ganz drei Wochen. An einer größeren Serie von Weibchen wurden im Laboratorium die Eiablagen kontrolliert und eine durchschnittliche Eizahl von 7 pro Tag errechnet. Die durchschnittliche Gesamteiablage konnte auf 93 je Weibchen festgestellt werden.

Das frisch abgelegte Ei ist vollkommen farblos und in seiner Gestalt kugelförmig. Es erscheint glasig hell. Besondere Eistrukturen sind nicht vorhanden. Im Laufe der Embryonalentwicklung verfärbt sich das Ei nur partiell dunkel. Der Entwicklungsverlauf ist temperaturabhängig. Im Laboratorium wurden bei verschiedenen Temperaturen Versuche zur Feststellung der Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien vom Ei bis zum adulten Tier angesetzt. Dabei wurden abgeschnittene Nelkenblätter verwandt, auf denen jedesmal nur ein einziges Ei abgelegt war. Unter dem Binokular wurde täglich der jeweilige Entwicklungszustand festgestellt.

Bei einer relativ konstanten Temperatur von 10–12°C gelang es innerhalb von 22 Tagen nicht, auch nur ein einziges Ei zum Schlüpfen zu bringen. Nach dieser Zeit mußten die Versuche jedesmal abgebrochen werden, weil die Blättchen sich einkrümmten und welkten und es nicht gelang, die Eier unverletzt von diesen Blättern auf frische Blättchen zu übertragen. Trotzdem die Nelkenblätter vollkommen zusammengeschrumpft waren, zeigte keines der Eier

irgendwelche Schrumpfungerscheinungen, sie waren genau so prall und glatt wie nach der Eiablage. Bei 13° Durchschnittstemperatur schlüpften die ersten Larven nach 19 Tagen.

In einem geheizten Laboratorium konnten während des Winters die Temperaturen zwischen 18 und 22° C gehalten werden. Die rel. Luftfeuchtigkeit schwankte dabei zwischen 50 und 75 %, bei einem Durchschnitt von 65 %. Hierbei benötigte das Ei bis zum Schlüpfen der 6füßigen Larve stets 8—9 Tage. Nach 3—4 Tagen war auf den Blättern das 1. Nymphenstadium anzutreffen, nach weiteren 3—5 das 2. Nymphenstadium und nach wiederum 3—4 Tagen die fertige Spinnmilbe. Der Zeitabschnitt für die Diapausen war variabel bei den einzelnen Individuen des gleichen Elterntieres. So konnte ein Individuum im ersten Ruhestadium länger verbleiben als im zweiten oder dritten und umgekehrt. Insgesamt kam aber eine rel. einheitliche Entwicklungsdauer bei den obengenannten Temperaturen heraus, sie betrug 19 bis höchstens 22 Tage.

Weit schneller verlief der Entwicklungsrhythmus bei einer Temperatur von 30° C. Diese konnte in einem konstant beheizten Thermostaten stets auf der gleichen Höhe gehalten werden. Der Thermostat besaß eine Glaswand, so daß das Tageslicht an die aufgestellten Versuchspflanzen herankam. Die relative Luftfeuchtigkeit bewegte sich im Thermostaten zwischen 35 und 40 %. Unter den eben geschilderten Bedingungen schlüpften die ersten Larven aus dem Ei nach 3 bis spätestens 5 Tagen. Das adulte Tier hatte seine Entwicklung nach 4—5 weiteren abgeschlossen, so daß auf die Gesamtentwicklung durchschnittlich 8—12 Tage fielen. Frisch geschlüpfte Weibchen begannen am Tage darauf mit der Eiablage, so daß also je nach Temperatur und Luftfeuchtigkeit in 2—4 Wochen die nächste Generation auftreten kann.

Fast alle abgelegten Eier kommen dabei zur Entwicklung. Nur hin und wieder wurde ein eingeschrumpftes und abgestorbenes Ei beobachtet. Es ist nicht ersichtlich, welche Gründe das Absterben des Eies bewirken.

Genauere Untersuchungen ergaben, daß Männchen und Weibchen der *forma dianthica* die gleiche Anzahl von Entwicklungsstadien durchlaufen. Sie gehen durch 3 Ruhestadien und häuten sich dreimal. Diese Erkenntnisse sind aus einer großen Reihe von Einzeltierversuchen gewonnen worden, bei denen jeweils die Exuvie nach der Häutung von dem Nelkenblatt entfernt wurde. Dadurch konnte einwandfrei die Anzahl der Häutungen festgelegt werden. Zattler (1951) erwähnt noch für *T. althaeae* an Hopfen, wie Zacher (1949) für die *Tetranychiden* allgemein, daß bei den Männchen die Metamorphose abgekürzt verläuft und statt der 2 Nymphenstadien wie bei den Weibchen nur 1 Nymphenstadium vorkommt. Andersen (1948) wies für *Paratetranychus pilosus* Can. et Fanz. bereits 4 Entwicklungsstadien für die Männchen nach und Gasser (1951) ebenso für *Tetranychus urticae*. Auch bei der vorliegenden Nelkenspinnmilbe durchlaufen die Männchen 4 bewegliche Stadien.

Der Entwicklungsablauf der Männchen der *forma dianthica* ist aber insofern abgekürzt, als er schneller vor sich geht als bei den Weibchen. Unter gleichen Bedingungen hat ein Männchen seine Entwicklung um 1—2 Tage früher abgeschlossen als ein Weibchen. Die schnellste Entwicklung eines Männchen konnte bei 30° C und einer rel. Luftfeuchtigkeit von 35—40 % in 7 Tagen erreicht werden.

Der Geschlechtsdimorphismus tritt bereits im 1. Nymphenstadium in Erscheinung, trotzdem es hier noch äußerst schwierig ist, Männchen und Weib-

chen auseinanderzuhalten. Im 2. Nymphenstadium dagegen lassen sich die Geschlechter mit einiger Sicherheit ansprechen.

Die Männchen sind in den Spinnmilbenpopulationen im Gewächshaus in der Minderzahl. Das Verhältnis von Weibchen zu Männchen beträgt ungefähr 5:3. Im Laboratorium wurde diese Tatsache versuchsmäßig nachgeprüft.

Auch für die *forma dianthica* trifft die von zahlreichen Untersuchern für andere *Tetranychus*-Arten festgestellte Arrhenotokie zu, d. h. unbefruchtete Weibchen vermögen entwicklungsfähige Eier abzulegen, jedoch gehen aus diesen ausschließlich Männchen hervor.

Die männlichen Tiere sind sehr viel lebhafter als die weiblichen. Sie laufen ziemlich flink auf den Blättern umher. Sofort nach abgeschlossener Entwicklung sind sie kopulationsbereit und suchen nach einem Weibchen. Man sieht sie dann meistens zu zweien oder gar dreien vor einer weiblichen *Teleiochrysalis* sitzen und auf das Ausschlüpfen des Weibchens warten. Sobald dieses die Nymphenhaut verlassen hat, kommt es zur Kopula, wobei das Männchen unter das Weibchen kriecht. Vielleicht muß der Entwicklungsablauf der Männchen schneller vor sich gehen, damit diese früher erscheinen und die Weibchen befruchten können. Würde die Kopula nicht sofort erfolgen, käme es zur Ablage unbefruchteter Eier, aus denen, wie schon gesagt, nur Männchen entstehen, und eine Spinnmilbenpopulation würde in kurzer Zeit aussterben. Vielleicht stellt also der schnellere Entwicklungsrhythmus der Männchen ein Mittel zur Erhaltung der Art dar.

Übertragen wir diese im Laboratorium gewonnenen Erkenntnisse auf die Verhältnisse im Gewächshaus, so lassen sich mehrere, für die Bekämpfung bedeutsame Schlüsse daraus ziehen. Nach Aussage der betreffenden Gärtner halten sich die Wintertemperaturen in ihren Nelkengewächshäusern zwischen 8—12° C. Das würde bedeuten, daß in diesen Monaten die Entwicklung der Gewächshausspinnmilbenpopulationen zum Stillstand kommt. Die beweglichen Stadien reagieren auf die tieferen Temperaturen durch Zurückziehen in die unteren Regionen der Pflanze, wo sie in zusammengekrümmten Blättern und Blattachseln Schutz suchen, um bei Ansteigen der Temperaturen wieder die ganze Pflanze zu besiedeln.

Im Sommer steigen in den Nelkenhäusern die Temperaturen bis auf 35° an, in Ausnahmefällen sogar bis auf 40°. Während der Nachtstunden gehen die Temperaturen bis auf wenige Grade über Außentemperaturen zurück, sie liegen auf durchschnittlich 15—18° C. Diese Schwankungen in den Temperaturen sind bei dem Entwicklungstempo der Spinnmilbenpopulationen in dieser Jahreszeit zu berücksichtigen, man wird aber bei der Annahme nicht fehlgehen, daß eine einzelne Generation ihre Entwicklung während der heißesten Wochen in 14 Tagen abgeschlossen haben kann.

Im Laboratorium wurde eine Umsiedlung der *forma dianthica* auf frisch ausgetriebene Sellerieknollen vorgenommen. Die Spinnmilben nahmen die neue Futterpflanze an und legten dort ihre Eier ab. Die Vermehrung der Milben war zum Teil recht beachtlich. Besonders ins Auge fallend war die starke Spinntätigkeit auf den Selleriepflanzen. Nicht nur die Blätter selbst waren mit Spinnfäden überzogen, sondern ganze Gespinste zogen sich von Blatt zu Blatt und von diesen zum Stengel. Insgesamt erreichte die Besiedelung in einer gleichen Zeiteinheit aber nicht das Ausmaß wie auf den Nelkenpflanzen. Ferner fiel auf, daß die Spinnmilben, entgegen ihrem Verhalten auf der Nelke, vor allem auf der Unterseite der jungen Blätter zu finden waren, wo auch der größte Prozentsatz der Eiablagen stattfand. Anscheinend

bedeutet die Selleriepflanze für die *forma dianthica* nur einen notgedrungenen Aufenthalt; denn es konnte die Beobachtung eines langsamen Wiederabwanderns gemacht werden. Dieser Fragenkomplex der Umsiedelung auf andere Nährpflanzen wird weiter verfolgt.

Zur Zeit laufen auch Versuche der Umsiedelung der Hopfenspinnmilbe *T. althaeae* auf Nelken, um dort ihr physiologisches Verhalten und ihre Bekämpfungsmöglichkeit zu kontrollieren.

Bekämpfung

Im Frühjahr 1951 wurden in der Umgebung von Stuttgart in 2 verschiedenen Nelkengewächshäusern die ersten Vergleichsversuche zur Bekämpfung von *T. urticae forma dianthica* durchgeführt. Die anfangs aufgeführte Klage der Gärtner über die mangelnde Wirksamkeit von „E 605“ forte sollte an Ort und Stelle nachgeprüft und gleichzeitig die Wirksamkeit des systemischen Insektizids der Farbenfabriken Bayer 8169 („Systox“) ausprobiert werden. In den beiden Gärtnereien wurden jeweils in einem Block 2 Nelkenquartiere von 100 qm mit einer Spritzbrühmenge von 800 Liter/ha behandelt. Jedes der beiden Mittel kam in 0,05%iger Konzentration zur Anwendung. Es wurden 3 Spitzungen vorgenommen, am 26. 2., 5. 3. und 12. 3., die 4 Kontrollen erfolgten am 5., 12., 20. 3. und am 9. 4. Die Temperaturen lagen in den beiden Gewächshäusern an den einzelnen Spritztagen zwischen 16 und 18° C. Die genauen Tagestemperaturen während der Versuchsdauer wurden in den Gärtnereien leider nicht gemessen.

Der Befall durch *T. urticae forma dianthica* war in beiden Gärtnereien außerordentlich stark. Die einzelnen Nelkenblätter waren über und über bezogen von den feinen Spinnfäden der Milben, in denen sie sich in großer Anzahl befanden. An manchen Stellen fand eine Anhäufung der Spinnmilben statt, so daß die Blätter einen „rotgefärbten“ Eindruck machten. Die von den Milben angerichteten Saugschäden äußerten sich in einer starken Fleckenbildung, ein Teil der Blätter war so weit geschädigt, daß sie Vergilbungserscheinungen aufwiesen. Es handelte sich in den Nelkenhäusern um ältere Kulturen, die regelmäßig in den beiden letzten Jahren mit „E 605“ forte behandelt waren.

Schon bei der Bonitierung nach der ersten Behandlung wurde ein Rückgang an lebenden Milben auf den behandelten Nelkenpflanzen festgestellt, der bei „Systox“ deutlicher ins Auge fiel und höher lag, aber auch bei „E 605“ forte zu verzeichnen war. Die nächste Behandlung erbrachte für „Systox“ einen vollen Erfolg, es waren in beiden Gewächshäusern auf den behandelten Nelken keine lebenden Milben mehr zu finden. Auch die Anzahl der abgelegten Eier ging stark zurück. Noch auffälliger war das Bild nach der 3. Behandlung. Es konnten zwar wieder lebende Milben festgestellt werden, aber die Anzahl der abgelegten Eier war auf ein Minimum zusammengeschrumpft. Bei der 4. Bonitierung am 9. April waren die mit „Systox“ behandelten Nelken frei von Milben und Eiern.

Bei „E 605“ forte war auch von Bonitierung zu Bonitierung ein Rückgang der Eiablagen festzustellen, während die Anzahl der lebend angetroffenen Milben stark schwankte. Es trat nie der Zeitpunkt ein, wo die Pflanzen von Eiern und Milben völlig frei waren. Dies Ergebnis der Versuche mit „E 605“ forte konnte also keinesfalls als befriedigend angesprochen werden.

Keines der beiden Präparate besitzt bei der angewandten Konzentration eine ovizide Wirkung. Es werden durch die beiden Mittel lediglich die beweglichen Stadien der *forma dianthica* abgetötet, auch die Ruhestadien werden

nicht erfaßt. Also kann erst dann ein 100%iger Erfolg erzielt werden, wenn eine Eiablage vollkommen verhindert wird und die bereits abgelegten Eier zum Schlüpfen gekommen sind. Das setzt eine gewisse Dauerwirkung des Mittels voraus, das auch das zuletzt geschlüpfte erste Larvenstadium erfassen muß. Daher genügen in den angesetzten Versuchen auch bei „Systox“ keine 2 Spritzungen, trotzdem nach der 2. Behandlung keine lebenden Milben mehr vorhanden waren. Bei einem Abstand von 7 Tagen zwischen den Spritzungen waren zu diesem Zeitpunkt 3 Behandlungen nötig, um die Nelkenpflanzen frei von den Roten Spinnen zu bekommen.

Trotz des guten Erfolges von „Systox“ kam es in den Nelkengewächshäusern in kurzer Zeit wieder zu einem Auffüllen des Spinnmilbenbefalls. Auch bei allergründlichster Behandlung und ebenso gründlicher Kontrolle ist in einem stark verseuchten Gewächshaus immer die Möglichkeit gegeben, ein Ei oder Ruhestadium zu übersehen, das in den langen Blattscheiden oder Blatteinkrümmungen verborgen war. Auch muß man jederzeit mit einer Neubesiedelung von außen her rechnen, wie in dem genannten Versuch von den unbehandelt gebliebenen Pflanzen aus. Die Ritzen und Spalten in den Gewächshäusern, besonders die hölzernen Haltepfähle der Nelkenkulturen bieten immer Schlupfwinkel, von denen aus die Milben neu zuwandern können.

Da sich die Milbenpopulationen nach den genannten Behandlungen so rasch wieder auffüllten, sollten diese Versuche zur besseren Sicherheit noch einmal wiederholt werden. Aus technischen Gründen war dies an Ort und Stelle nicht möglich. Daher wurde für die kommenden Versuche das Gewächshaus des Instituts für Pflanzenschutz in Hohenheim benutzt.

Es wurde zuerst mit stark mit Milben belegten Schnittpflanzen gearbeitet, und wieder wurden beide Präparate in Prüfung genommen, aber mit verschiedenen Konzentrationen. Diese liefen zwischen 0,05 und 0,1 %. Zunächst seien die Versuche mit „E 605“ forte besprochen.

In einer Versuchsreihe wurden die Pflanzen dreimal in einem Abstand von 3 Tagen gründlich gespritzt und vor jeder Behandlung jeweils auf ihren Besatz hin untersucht. Bei der 2. Versuchsreihe lag der Abstand zwischen den einzelnen Spritzungen bei 5 Tagen. Die einzelnen Kontrollzählungen wurden unter dem Binokular vorgenommen und hierbei die Eier, die Anzahl der lebenden und toten Milben und die der Diapausen festgestellt. Der errechnete Prozentsatz der lebenden Individuen bezieht sich stets auf 250—400 Milben aller Altersstadien. Auf die gleiche Weise wurden die unbehandelten Kontrollen ausgewertet.

Weder die Eier noch die sich in der Diapause befindlichen Entwicklungsstadien der Roten Spinne konnten durch die gebrauchten Konzentrationen von „E 605“ forte abgetötet werden. Nicht einmal Schädigungen irgendwelcher Art ließen sich beobachten. Die hohe Konzentration von 0,1 % verhielt sich dabei genau so wie die Gebrauchskonzentration von 0,05 %. Die für die Versuche benutzten Nelkenpflanzen waren in der Gärtnerei unter natürlichen Verhältnissen mit Spinnmilben besiedelt. Es handelte sich also nicht um eine Neubesiedelung der Nelken, und daher mußte bei der Auswertung mit einem hohen Prozentsatz von natürlich abgestorbenen Tieren gerechnet werden. Dies kommt in den Werten der unbehandelt gebliebenen Nelken zum Ausdruck.

In Tabelle 1 sind die Prozentsätze der die Spritzungen überlebenden Milben im 3- bzw. 5tägigen Behandlungsrhythmus aufgeführt und dabei jeweils die entsprechende Konzentration hinzugefügt. Wir entnehmen dieser Tabelle folgende Erkenntnisse:

Tabelle 1: Bekämpfungsversuche mit „E 605“ forte bei verschiedl

(An Ne

Abstand der Behandlungen	Aus-zählung nach der	Konzentration 0,05 % Anzahl der lebenden			Konzentration 0,08 % Anzahl der lebenden		
		Eier absolut	Diapausen absolut	Milben in %	Eier absolut	Diapausen absolut	Milben in
3 täglich	1. Beh.	77	28	42,7	125	38	61
	2. Beh.	177	14	27	128	6	40
	3. Beh.	250	27	55	83	5	54
5 täglich	1. Beh.	440	17	33,6	430	54	28,3
	2. Beh.	239	30	44,2	68	44	31
	3. Beh.	54	50	39,7	49	61	42,2
	4. Beh.	68	26	23,2	34	11	29,4

1. Keine der angewandten Konzentrationen befriedigt im Endergebnis. Im Höchstfalle konnte nach 3maliger Behandlung ein Abtötungserfolg von ca. 79 % erzielt werden, wobei der natürliche Totenfall in Rechnung zu setzen ist.

2. Die Abtötungserfolge lassen sich durch Konzentrationserhöhung zwar steigern, aber nicht in einem wirtschaftlich tragbaren Maße.

3. Es besteht kein sicherer, wesentlicher Unterschied im Enderfolg zwischen einem 3- und einem 5tägigen Behandlungsrhythmus. Die Abtötungsdaten der einzelnen Behandlungsrhythmen sind so wechselnd, daß keine Schlüsse daraus gezogen werden können. Die in den erstbesprochenen Gewächshausversuchen gemachten Erfahrungen über eine rückläufige Bewegung der Eiablagen nach den Behandlungen mit „E 605“ forte ließen sich in den Hohenheimer Versuchen nur zum Teil bestätigen. Während sie bei dem 3tägigen Spritzrhythmus von Kontrolle zu Kontrolle zunahmen, gingen sie beim 5tägigen Spritzrhythmus jedesmal bedeutend zurück.

Insgesamt lassen diese Versuche wieder erkennen, daß „E 605“ forte zur Bekämpfung der *forma dianthica* im Gewächshaus nicht ausreicht. Es soll versucht werden, das Versagen von „E 605“ forte zu erklären. Bis 1950 tat das Mittel in den obengenannten Nelkenhäusern seine Wirkung, und plötzlich versagte es. Nach den in Amerika mit *T. bimaculatus* gemachten Erfahrungen kann man vielleicht auch hier mit der Herausbildung von widerstandsfähigen Formen rechnen. Vielleicht liegt eine angeborene natürliche Widerstandsfähigkeit einzelner Individuen gegen „E 605“ forte vor, so daß es durch die häufige Anwendung des Mittels im Laufe der Zeit zu einem Ausleseprozeß kommt, bei dem die widerstandsfähigsten Formen überleben, sich fortpflanzen und dadurch eine neue widerstandsfähige Rasse aufgebaut wird.

Daß „E 605“ forte im frühen Frühjahr noch relativ günstig auf die Spinnmilbenpopulationen einwirkt, läßt sich wohl so deuten, daß zu dieser Zeit auf Grund der tiefen Temperaturen das Mittel nicht so schnell fermentativ abgebaut wird und länger wirksam bleibt. Und da die Beobachtungen als empfindlichsten Zeitpunkt im Leben der Spinnmilben die Zeit direkt nach dem Schlüpfen aus

Konzentrationen in verschiedenen Spritzfolgen
(Nippflanzen)

Konzentration 0,1 %			Unbehandelt		
Anzahl der lebenden			Anzahl der lebenden		
Eier absolut	Diapausen absolut	Milben in %	Eier absolut	Diapausen absolut	Milben in %
116	45	39,3	262	76	65
161	11	45,7	216	23	56,1
302	5	21,1	135	81	82
193	50	25,4	144	19	62,6
130	24	43,8	218	11	69,6
40	24	25,6	157	27	66,7
Pflanzen abgestorben			133	31	73,7

dem Ei oder dem Ruhestadium ergab, so kann das Mittel bei tieferen Temperaturen durch die hinausgezögerte Entwicklungszeit besser angreifen.

Im Sommer liegen die Verhältnisse dagegen genau umgekehrt. Die Entwicklungsgeschwindigkeit von *T. urticae forma dianthica* wird durch die im Gewächshaus herrschenden Temperaturen stark beschleunigt und läuft, wie schon gesagt, in viel kürzeren Intervallen ab. Dazu wird das Mittel durch die überhöhten Temperaturen rasch abgebaut. Der schnelle Entwicklungsrhythmus gleicht die Ausfälle durch das Mittel aus, noch dazu, wo die Behandlungen im Gewächshaus nicht in regelmäßigen Abständen und so gründlich wie erforderlich durchgeführt werden.

Bei dem starken Auftreten der Roten Spinne mußte wegen des Versagens von „E 605“ forte aber unbedingt nach einem anderen Mittel gesucht werden, um mit der bedrohlichen Kalamität in den Nelkenhäusern fertig zu werden. Auf Grund des guten Tastversuches wurde mit „Systox“ weitergearbeitet. Es interessierte zunächst der Einfluß des Mittels von Tag zu Tag. Es wurden 4 Laboratoriumsversuche mit 0,05 und 0,06 % bei 25—27° C angelegt. Abgeschnittene Nelkenzweige wurden behandelt und täglich die gleichen Blätter unter dem Binokular ausgezählt. Dabei ergab sich wieder, wie aus Tabelle 2 hervorgeht, daß „Systox“ (ebensowenig wie „E 605“ forte) bei der Nelkenspinnmilbe ovizid wirkt. Es ging zwar die absolute Zahl der vorhandenen Eier zurück, dies beruht aber auf dem Schlüpfvorgang. Zwischendurch kann auch immer wieder ein Ansteigen der Eizahlen erfolgen, solange noch weibliche Alttiere die Behandlung überstehen. Die Eier selbst blieben prall und klar und zeigten keinerlei Anzeichen einer Schädigung. Und auch die Tiere, die sich in der Diapause befanden, wurden nicht abgetötet. Erst wenn sie anfangen, zu schlüpfen, wirkte das Gift. Dies ist aus dem Rückgang der Diapausen von Tag zu Tag ersichtlich.

Die Anzahl der überlebenden Milben ging am ersten Tag nach der Behandlung stark zurück. An den weiteren Tagen verlief der Absterbeprozess langsamer. Die Versuche wurden abgebrochen, wenn sich durch Einkrümmung der Blätter keine einwandfreien Auszählungen mehr vornehmen ließen. Am 4. Tage blieben immer noch im günstigsten Falle 8,1 % der Milben am Leben.

Diese Ergebnisse dienen zur Grundlage für weitere Versuchsserien, aus denen der günstigste Bekämpfungsrhythmus ermittelt werden sollte. Zur Verwendung kamen stark belegte abgeschnittene Nelkenpflanzen, die in reichlicher Menge zur Verfügung standen. Gearbeitet wurde mit 3 verschiedenen Konzentrationen von „Systox“, und zwar 0,05 %, 0,08 % und 0,1 %. Es waren die Fragen zu klären, wieviel Behandlungen zu einem befriedigenden Erfolg vonnöten sind, und welches die günstigsten zeitlichen Abstände zwischen den einzelnen Behandlungen sind. Begonnen wurde mit einem 3tägigen Behandlungsrhythmus, ihm folgte ein 4tägiger, ein 5- und ein 6tägiger. Bonitiert wurde wie bei den vorhergehenden Versuchen unter dem Binokular vor jeder neuen Spritzung. Die erste Kontrolle erfolgte am Tage der 2. Behandlung, die letzte je nach Behandlungsrhythmus, 3 bzw. 4, 5 oder 6 Tage nach der 4. Spritzung; denn insgesamt erfolgten 4 Spritzungen. Die Versuche zogen sich fast über das ganze Jahr hin. Und da sich in den einzelnen Jahreszeiten keine wesentlichen Unterschiede der Abtötungserfolge herausstellten, konnten sie zusammengefaßt werden. Für die überlebenden Milben wurden wieder die Prozentsätze errechnet, während die gefundenen Eier und Diapausen in absoluten Zahlen niedergelegt wurden. In Tabelle 3 erscheinen die Mittelwerte sämtlicher mit den verschiedenen Konzentrationen und Spritzrhythmen durchgeführten Versuche.

Wie schon bei den bisherigen Versuchen gesagt, bedeutet die 1. Behandlung einen starken Eingriff in die vorhandene Milbenpopulation. So liegt der Prozentsatz der überlebenden Milben bei einer 0,05%igen Behandlung zwischen 18,8 und 30,9 % bei den verschiedenen Behandlungsrhythmen, bei der doppelten Konzentration von 0,1 % blieben nach einer Behandlung nur 8,7—28,5 % der Milben der verschiedensten Stadien am Leben. Bei den weiteren Behandlungen nimmt der Absterbeprozess langsamer zu, um zum Teil nach der 3. Behandlung entweder auf 0 oder auf bedeutungslose Werte abzusinken. Dies läßt den Schluß zu, daß nach 3 gründlichen Behandlungen, spätestens aber nach 4, praktisch eine völlige Befreiung der Pflanzen von Milben zu verzeichnen ist.

Tabelle 2: Bekämpfungsversuche bei einmaliger Behandlung mit 8169 („Systox“) an Nelkenblättern (tägliche Kontrolle der gleichen Blätter)

Aus- zählung nach	Konzentration 0,05 % Anzahl der lebenden			Konzentration 0,06 % Anzahl der lebenden			Unbehandelt Anzahl der lebenden		
	Eier absolut	Dia- pausen absolut	Milben in %	Eier absolut	Dia- pausen absolut	Milben in %	Eier absolut	Dia- pausen absolut	Milben in %
1. Tag	71	40	23,3	195	47	37,1	66	112	92,6
2. Tag	52	26	16	209	33	25,3	52	103	86,4
3. Tag	70	7	13,4	216	5	16,3	58	76	77,4
4. Tag				168	1	12,1	91	29	71,5
1. Tag	580	92	20,5	150	35	19,5	66	112	92,6
2. Tag	462	49	13,2	115	18	18,4	52	103	86,4
3. Tag	498	5	17,3	73	3	18,4	58	76	77,6
4. Tag	447	11	23,3	117	4	8,1	91	29	71,5

Man kann die Anzahl der abgetöteten bzw. der überlebenden Milben nicht für sich allein betrachten, sondern muß die Anzahl der bei den Bonitierungen gezählten Eier und Diapausen in die Betrachtung einbeziehen. Wieder können wir die Tatsache festhalten, daß sowohl die Anzahl der Eier wie auch die der Diapausen trotz großer Schwankungen stetig zurückgeht und bei mehreren Versuchsreihen bis auf 0 abfällt.

Erst bei dieser zusammenfassenden Betrachtung tritt die Wirksamkeit der einzelnen Konzentrationen und der verschiedensten Behandlungsrhythmen klar zutage. Bei dem 3tägigen Turnus konnte auch die stärkste hier angewandte Konzentration nicht verhindern, daß noch lebende Eier überblieben. Aus dem bereits behandelten Entwicklungstempo von *T. urticae forma dianthica* ist dies nicht zu verwundern. Da zwischen den Behandlungen durch überlebende legebereite Weibchen stets neue Eiablagen erfolgen, wird der Schlüpftermin der durch das Gift nicht erfäßbaren Eier weit über die Versuchsdauer hinausgeschoben. Der 3tägige Abstand zwischen den Behandlungen kann also nicht zum Ziele führen, da von den überlebenden Eiern in kurzer Zeit eine Wiederauffüllung der Milbenpopulation erfolgen kann.

Besser schneidet der 4tägige Rhythmus ab. Bei allen 3 Konzentrationen konnte ein fast 100%iger Erfolg gegen die Milben erzielt werden. Die Diapausen waren nach 3 Behandlungen verschwunden, und bei den Eiern blieben bei 0,05 und 0,08 % nur geringfügige Reste übrig.

Am besten schneiden der 5- und der 6tägige Behandlungsrhythmus ab. Während die Konzentration von 0,05 % auch hier noch nicht ganz sicher wirkt, ist dies bei 0,08 und 0,1 % in befriedigendem Maße der Fall. Naturgemäß hat die Konzentration von 0,1 % den besten Erfolg zu verzeichnen, nach 3 Behandlungen waren sowohl Eier wie Diapausen und Milben praktisch verschwunden.

Diese eben besprochenen Versuche waren an abgeschnittenen Nelkenpflanzen durchgeführt worden. Ihre Ergebnisse wurden für weitere Versuchsserien zugrunde gelegt. Die Wahrscheinlichkeit lag nahe, daß sich das Mittel auf die Milbenpopulationen bei abgeschnittenen Pflanzen anders verhalten könnte als bei Pflanzen, die noch mit ihren Wurzeln in Verbindung stehen. Aus praktischen Gründen war es aber nicht möglich, nur mit solchen Pflanzen zu arbeiten, da sie nicht in dem Ausmaße erhältlich waren.

Für diese Versuchsserien an getopften Nelkenpflanzen kamen Jungpflanzen bis zu 50 cm Höhe zur Verwendung. Es waren unbelegte Pflanzen aus den betr. Gärtnereien, die im Gewächshaus des Instituts einzeln in Blumentöpfe umgesetzt und dann in der Form mit einer Milbenpopulation versehen wurden, daß rings um die Pflanze stark befallene abgeschnittene Zweige in die Erde gesteckt wurden, von denen die Milben auf die bisher gesunde Pflanze überwanderten.

Da sich der 5tägige Behandlungsrhythmus am besten bewährt hatte, wurde für diese Versuchsreihe nur mit diesem Turnus gearbeitet. Wieder kamen alle 3 Konzentrationen von „Systox“ (0,05, 0,08 und 0,1 %) zur Anwendung.

Die aufgestellte Vermutung, daß sich die Milbenpopulationen auf den getopften Pflanzen anders verhalten, bestätigte sich. In Tabelle 4 erscheinen die Durchschnittswerte aus mehreren Versuchen.

Der Absterbeprozess ging langsamer vor sich. Keine der Konzentrationen konnte nach 4 Behandlungen das Ergebnis zeitigen wie auf den Schnittpflanzen. Es mußte noch eine 5. Behandlung angeschlossen werden, um zu einem 100%igen Abtötungserfolg zu kommen. Dieser wurde nur bei der Konzentration von 0,1 % erreicht. Die beiden niedrigeren Konzentrationen zeigten auch jetzt

Tabelle 3: Bekämpfungsversuche mit 8169 („Systox“) bei verschiedenen Abständen (Anzahl der lebenden)

Abstand der Behandlungen	Aus-zählung nach der	Konzentration 0,05 % Anzahl der lebenden			Konzentration 0,08 % Anzahl der lebenden		
		Eier absolut	Diapausen absolut	Milben in %	Eier absolut	Diapausen absolut	Milben in %
3 täglich	1. Beh.	143	48	18,8	108	33	18,8
	2. Beh.	240	17	11,3	189	3	11,3
	3. Beh.	104	3	11,2	51	0	11,2
	4. Beh.	27	0	7,2	24	0	7,2
4 täglich	1. Beh.	404	17	30,9	280	11	28,6
	2. Beh.	291	2	16,6	80	2	16,6
	3. Beh.	19	0	1,9	14	0	1,9
	4. Beh.	6	0	0,3	8	0	0,3
5 täglich	1. Beh.	195	24	23,6	176	8	27,3
	2. Beh.	56	19	8,5	44	2	5,5
	3. Beh.	9	2	1,8	6	0	0,6
	4. Beh.	3	0	0,7	0	0	0,0
6 täglich	1. Beh.	152	24	26	93	15	29
	2. Beh.	25	19	8,8	3	2	3,3
	3. Beh.	9	9	3,6	2	0	2,2
	4. Beh.	3	0	2,5	0	0	0,0

noch immer lebende Milben, wie auch Eier und Diapausen. Bei 0,08 % war dies zwar nur noch in geringem Maße der Fall, aber bei 0,05 % blieb immerhin so viel am Leben, daß bei Vorliegen günstiger Verhältnisse innerhalb eines kurzen Zeitraumes eine neue Milbenpopulation aufgebaut werden kann.

Vergleichsweise sei ein Gießversuch an getopften Nelkenpflanzen mit „Systox“ im 5tägigen Behandlungsrhythmus erwähnt. Bei jeder Konzentration wurden umgerechnet 5 Liter Gießflüssigkeit auf den qm gegeben. Es wurde 5mal behandelt, jedoch 6mal ausgezählt. Der Versuch deutet darauf hin, daß auch im Gießverfahren eine Möglichkeit zur Bekämpfung der *forma dianthica* gegeben ist, allerdings geht der Abtötungsprozeß noch langsamer vor sich als

Konzentrationen in verschiedenen Spritzfolgen
(Nüßlingspflanzen)

Konzentration 0,1 % Anzahl der lebenden			Unbehandelt Anzahl der lebenden		
Eier absolut	Diapausen absolut	Milben in %	Eier absolut	Diapausen absolut	Milben in %
198	30	8,7	215	54	71,6
138	11	2,1	148	17	75,5
105	0	0,7	221	56	85,4
18	1	0,3	141	124	91,3
137	8	15,1	133	90	88
112	2	7,4	182	23	79,1
10	0	1,4	177	83	76,6
0	0	0,4	160	19	71
264	8	12	133	90	88
59	3	4,2	231	29	75,5
0	0	0,4	110	35	74,1
0	0	0	183	70	77,8
102	8	28,5	222	43	76,2
4	3	1,9	178	24	80,5
0	0	0,9	352	60	94,5
0	0	0	201	53	70,3

beim Spritzverfahren, aber im Endergebnis kommen wir bei den beiden höheren Konzentrationen an die gleichen Spritzerfolge heran (Tabelle 5).

Diese gesamten Bekämpfungsversuche gegen *T. urticae forma dianthica* zeigen, daß sich die Spinnmilbe äußerst schwer angreifen läßt. Nach der Literatur besteht eine Wechselbeziehung zwischen „Roter Spinne“ und ihrer Brutpflanze. Eine Spinnmilbenpopulation auf einer bestimmten Nährpflanze kann sich gegenüber Bekämpfungsmitteln als relativ widerstandsfähig erweisen. Dieses kann am Tier selbst liegen, weil es auf Grund seines physiologischen Zustandes nicht auf das Mittel anspricht, zum andern an der Nährpflanze.

Tabelle 4: Bekämpfungsversuche mit 8169 („Systox“
(Anget)

Auszählung nach der	Konzentration 0,05 % Anzahl der lebenden			Konzentration 0,08 % Anzahl der lebenden		
	Eier absolut	Diapausen absolut	Milben in %	Eier absolut	Diapausen absolut	Milben in %
1. Beh.	293	49	35,2	393	58	36,4
2. Beh.	74	58	36,3	91	32	17,7
3. Beh.	22	65	15,4	36	56	12,2
4. Beh.	28	19	7,5	17	10	2,2
5. Beh.	10	6	2	3	0	0,0

Daß es sich bei der *forma dianthica* um eine besonders schwer zu bekämpfende Spinnmilbenart handelt, beweisen auch Versuche mit andern Präparaten. Weder mit einem Schwefel- noch mit einem Hexa-Präparat konnten befriedigende Ergebnisse erzielt werden. Da diese Versuchsreihen noch nicht abgeschlossen sind, soll ihre Besprechung an anderer Stelle erfolgen.

Ein Tast-Bekämpfungsversuch mit „Systox“ 0,05 % auf Sellerie erbrachte die gleichen Resultate wie auf der ursprünglichen Nährpflanze, der Nelke. Aus diesem Versuch kann mit Sicherheit der Schluß gezogen werden, daß die *forma dianthica* eine gewisse Widerstandsfähigkeit von Haus aus besitzt. Der Versuch wurde kurze Zeit nach der Umsiedelung auf Sellerie unternommen, so daß die *forma dianthica* vielleicht noch nicht genügend Zeit hatte, sich auf die neue Nährpflanze umzustellen. Weitere Beobachtungen über das Verhalten der Gewächshausspinnmilbe auf anderen Nährpflanzen und ihre dortigen Bekämpfungsmöglichkeiten sind im Gange.

Die Widerstandsfähigkeit der Roten Spinne könnte auch mit der Nelke in Zusammenhang stehen. Versuche von Garman (1950) ergaben, daß bei einer Übertragung von Spinnmilben von Rosen auf Bohnen innerhalb eines gewissen Zeitraumes die Resistenz gegenüber Parathion verlorenging. Seine spektogra-

Tabelle 5: Gießversuch mit verschied

Auszählung nach der	Konzentration 0,05 % Anzahl der lebenden			Konzentration 0,08 % Anzahl der lebenden		
	Eier absolut	Diapausen absolut	Milben in %	Eier absolut	Diapausen absolut	Milben in %
1. Beh.	419	80	63,4	332	66	64,4
2. Beh.	172	48	61,8	70	17	51,4
3. Beh.	47	49	51,2	18	4	37,8
4. Beh.	50	59	45,9	7	22	25,0
5. Beh.	11	16	17	4	11	14,3
Kontrolle*	10	6	5,5	5	1	0,0

* Kontrolle nach weiteren 5 Tagen ohne erneute Behandlung.

chiedenen Konzentrationen in fünftägiger Spritzfolge
(enpflanzen)

Konzentration 0,1 % Anzahl der lebenden			Unbehandelt Anzahl der lebenden		
Eier absolut	Diapausen absolut	Milben in %	Eier absolut	Diapausen absolut	Milben in %
226	15	13,9	352	60	94
21	20	4,6	286	53	75,3
17	17	3	238	153	88,7
13	5	2,5	106	138	87,8
0	0	0	234	40	76,7

phischen Untersuchungen zeigten, daß die dort lebenden Milben größere Mengen von Molybdän in ihrem Körper enthielten, das sie mit ihrer Nahrung aus den Bohnen aufgenommen hatten. Diese Milbenpopulation erwies sich dann später als nur wenig widerstandsfähig gegenüber dem Parathion. So wäre es durchaus möglich, daß unsere Gewächshauspinnmilbe von der Nelke einen Stoff in sich aufnimmt, der ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Acariciden verstärkt, oder es könnte ein Stoff fehlen, dessen Vorhandensein die Widerstandskraft herabsetzen würde. Versuche in dieser Richtung sind aus der Literatur in Deutschland noch nicht bekannt.

Neben der natürlichen schweren Bekämpfbarkeit, die die Nelkenspinnmilbe von Haus aus mitbringt, tritt eine weitere Schwierigkeit in ihrer Vernichtung, die durch die Pflanze selbst gegeben ist. Das Nelkenblatt besitzt eine starke Wachsschicht, die wasserabstoßend ist. Vielleicht wird diese Wachsschicht von „Systox“ nicht schnell genug durchdrungen und verdampft zu schnell, um längere Zeit wirksam sein zu können, noch dazu, wo die Gespinste eine natürliche Abwehrfront darstellen. Wegen dieser schweren Benetzbarkeit der Nelkenblätter könnte auch die Tröpfchengröße von Bedeutung sein. Aus Amerika liegen bereits Erfahrungen mit Phosphor-Areosolen vor, die im allgemeinen bessere

konzentrationen von 8169 („Systox“) in fünftägigen Abständen

Konzentration 0,1 % Anzahl der lebenden			Unbehandelt Anzahl der lebenden		
Eier absolut	Diapausen absolut	Milben in %	Eier absolut	Diapausen absolut	Milben in %
444	22	75	552	60	94,1
164	13	60,6	286	53	71,3
65	53	55,6	238	135	88,7
24	56	28,9	106	138	87,8
2	2	0,1	711	100	76,7
0	0	0	1061	86	81,8

Ergebnisse zeitigten als im Spritzverfahren. Auch hier soll dieses Verfahren, wenn irgend möglich, gegen die Nelkenspinnmilbe ausprobt werden. Mit andern Mitteln wurde bereits in dieser Richtung gearbeitet. Über sie soll in einer späteren Arbeit berichtet werden.

Der genannte Tastversuch an Sellerie ist noch nicht genug gesichert, um zu entscheiden, ob die natürliche Widerstandskraft der Nelkenspinnmilbe auf anderen Nährpflanzen erlischt. Welche der widersprechenden amerikanischen Ansichten im vorliegenden Fall zu Recht besteht, ließe sich erst in ausgedehnten Versuchsreihen klären.

Auf Grund der vorliegenden Versuche läßt sich zusammenfassend zur Bekämpfung der Gewächshausspinnmilbe *T. urticae forma dianthica* folgendes sagen:

„E 605“ forte scheidet nach den gemachten Erfahrungen zur Bekämpfung dieser Spinnmilbe im Gewächshaus aus, da die Milbe im Laufe der Zeit gegen dieses Mittel resistent geworden ist. Auf „Systox“ dagegen spricht die Spinnmilbe an und läßt sich nach mehrmaligen Behandlungen in befriedigendem Ausmaß vernichten. Eine einzige Behandlung reicht auch bei der doppelten als der Gebrauchskonzentration, bei 0,1 %, nicht aus, da dem Mittel jede ovizide Wirkung abgeht. Bei der Konzentration von 0,05 % sind mindestens fünf Spritzungen vonnöten, um den Befall auf ein wirtschaftlich tragbares Maß herabzudrücken. Sicherere Erfolge erzielt man aber beim Arbeiten mit 0,08 bzw. 0,1 %, wo man nach vier Behandlungen den gleichen Effekt erreicht wie bei 0,05 % nach fünf Behandlungen. Hängt man hier noch eine fünfte Behandlung an, so kann man die Nelken vollkommen milbenfrei machen.

Die Abstände zwischen den einzelnen Behandlungen sind jahreszeitlich unterschiedlich zu wählen. Dies erklärt sich aus dem verschiedenen raschen Entwicklungstempo der Spinnmilben, das ja stark temperaturabhängig ist. Für die ersten Frühjahrsbehandlungen, wo die Temperaturen in den Gewächshäusern noch relativ niedrig sind, könnte man einen Abstand von 6, evtl. auch 7 Tagen zwischen den Behandlungen wählen. Bei den höheren Sommertemperaturen dagegen ist unbedingt der fünftägige Spritzrhythmus einzuhalten. Es wird der Praxis empfohlen, die erste Frühjahrsbekämpfung im Gewächshaus bereits im Februar vorzunehmen, um schon die Ausgangspopulation möglichst früh zu erfassen. Man zögert damit eine Neubesiedelung hinaus. Da die Auffüllung nur zögernd einsetzt und einige Wochen in Anspruch nimmt, würde eine Wiederholung der Spritzserie gut 6 Wochen Zeit haben. Gegen den Sommer hin verkürzt sich der Zeitraum der Auffüllung je nach den gegebenen Temperaturverhältnissen. Hier lassen sich keine bestimmten Termine für erneute Behandlungsserien angeben. In der heißesten Jahreszeit ist es aber anzuraten, die Pause nicht über 4 Wochen auszudehnen. Um den Spinnmilbenbefall im Gewächshaus dauernd unter Kontrolle zu halten, wird man um 4—5 Behandlungsserien nicht herumkommen, davon würde eine im Vorfrühling, 2—3 im Sommer und eine im Spätherbst liegen.

Zattler berichtet von *Tetranychus althaeae* von Hanstein an Hopfen eingehend über eine weit leichtere Bekämpfbarkeit, als wir sie bei der Nelkenspinnmilbe feststellten. Schon mit geringeren Konzentrationen von „Systox“ (0,01—0,033 %) konnte er innerhalb von 24 Stunden den Hopfen völlig spinnmilbenfrei machen. In einem eigenen Versuch an abgeschnittenen Hopfentrieben waren bei einer Anwendung von 0,05 % „Systox“ bereits nach 3 Stunden die ersten Spinnmilben schwer geschädigt. Nach 16 Stunden waren alle

beweglichen Entwicklungsstadien abgestorben. Dieses Ergebnis einer einmaligen Behandlung und die Zattlerschen Befunde deuten darauf hin, daß wir es hier mit einer Form zu tun haben, die nicht die gleiche Widerstandsfähigkeit wie die Nelkenspinnmilbe besitzt. Das verschiedene physiologische Verhalten läßt neben den genannten morphologischen Unterschieden auf zwei verschiedene Rassen schließen.

Zusammenfassung

Nach eingehender morphologischer Beschreibung der Nelkenspinnmilbe, die durch Zeichnungen und Mikraufnahmen belegt wird, werden die systematischen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu anderen *Tetranychus*-Arten herausgearbeitet. Es ließen sich morphologische Unterschiede in bezug auf das *Peritremata*, den Bau des *Palptarsus* und die Behorstung des *Tarsus* I finden, weiter war die Struktur der Empodialanhänge beim Männchen und die des Penis unterschiedlich von denen anderer *T.*-Arten. Die einzelnen systematischen Unterschiede, die die bisher aufgestellten *T.*-Arten voneinander trennen, finden sich in den verschiedensten Kombinationen bei der Nelkenspinnmilbe wieder. Auf Grund dieser systematischen Untersuchungen wird die Nelkenspinnmilbe als Rasse bzw. Unterart von *Tetranychus urticae* Koch aufgefaßt und für sie nach ihrer Wirtspflanze der Name *T. urticae* Koch *forma dianthica* vorgeschlagen.

Aus der Biologie der Nelkenspinnmilbe wird auf folgende Einzelheiten eingegangen: Besiedelung der Pflanze, Spinnvermögen, Ort und Zahl der Eiablage, Dauer der Embryonalentwicklung bei verschiedenen Temperaturen, Entwicklungszeit der einzelnen Stadien, Anzahl der Entwicklungsstadien bei Männchen und Weibchen, Verhältnis von Männchen zu Weibchen in den Spinnmilbenpopulationen, Arrhenotokie, Umsiedelungsversuche auf andere Nährpflanzen.

Bei der *forma dianthica* handelt es sich um eine sehr schwer angreifbare Spinnmilbe, die sich gegen Insektizide als widerstandsfähig erweist. Im Hinblick auf die Feststellungen amerikanischer Autoren über die Resistenz von Spinnmilben gegen Parathion und andere Insektizide, wird die Möglichkeit der Herausbildung resistenter Stämme oder Rassen erörtert.

In einer großen Reihe von Versuchsserien wird die Bekämpfungsmöglichkeit der Nelkenspinnmilbe erarbeitet. Auf Grund von Resistenzerscheinungen scheidet das bisher bewährte „E 605“ forte bei der Bekämpfung der Gewächshausspinnmilbe aus. Mit dem innertherapeutischen Mittel „Systox“ lassen sie sich nach 4–5maliger Behandlung 100%ig vernichten. Die Eier und die Ruhestadien werden durch „Systox“ nicht angegriffen, sondern nur die beweglichen Stadien. Die Gebrauchskonzentration von 0,05 % reicht nur aus, wenn sie fünfmal angewandt wird, bei Erhöhung der Konzentration auf 0,08 oder gar 0,1 % kommt man mit 4 Spritzungen aus. Diese müssen in einem Abstand von 5 Tagen aufeinander folgen. Wegen der Wiederauffüllung der Spinnmilbenpopulation ist diese Spritzserie je nach Temperatur nach 4–6 Wochen zu wiederholen.

Die Hopfenspinnmilbe läßt sich demgegenüber nach Zattler (1951) und eigenem Kontrollversuch mit „Systox“ wesentlich leichter in Schach halten. Das läßt wiederum darauf schließen, daß wir es bei der Nelkenspinnmilbe mit einer anderen Rasse zu tun haben, die sich morphologisch in einigen Punkten von der Hopfenspinnmilbe unterscheidet und ebenso in ihrem physiologischen Verhalten.

Literaturverzeichnis

- Andersen, V. St.: Untersuchungen über die Biologie und Bekämpfung der Obstbaumspinnmilbe *Paratetranychus pilosus* Can. et Fanz. — Diss. Bonn, 118 pp., 1947.
- Babers, H., and Pratt, J.: Development of insect resistance to insecticides II. A critical review of the literature up to 1951. — USDA Agric. Res. Admin. Bur. Entom. and Plant Quar. E-818, 45 pp., 1951.
- Blauvelt, W. E.: The Internal Morphology of the Common Red Spider Mite (*Tetranychus telarius* Linn.). — Corn. Univ. Agric. Exp. Sta. Mem. 270, 48 pp, 1945.
- Börner, C.: Über die Anfertigung mikroskopischer Präparate kleiner Insekten. — Dtsch. Kolonial-Übersee-Mus. 3, 267—277, 1942.
- Börner, C.: Kleiner Beitrag zur Kenntnis von *Myzodes persicae* Sulzer. — Nachrichtenblatt dtsch. Pflanzenschutzd. N. F. 5, 101—111, 1951.
- English, L. L.: Azobenzene as an effective Supplement in Organic Phosphate Aerosols for Control of the Two-spotted Spider Mite. — Journ. econ. Ent. 43, 838—843, 1950 (R. a. E. 38, 238).
- Fulton, R. A., Smith, F. F., and Konecky, M. S.: Comparative Toxicity of Vapors of four organic Phosphates to Chrysanthemum Aphid and Two-spotted Spider Mite. — Journ. econ. Ent. 43, 940—941, 1950 (R. a. E. 39, 248).
- Garman, P.: Parathion resistant Red Spiders. — Journ. econ. Ent. 43, 53—56, 1950 (R. a. E. 38, 426).
- Gasser, R.: Zur Kenntnis der gemeinen Spinnmilbe *Tetranychus urticae* Koch. 1. Mitteilung: Morphologie, Anatomie, Biologie und Oekologie. — Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 24, 217—262, 1951.
- Geijskes, D. C.: Beiträge zur Kenntnis der europäischen Spinnmilben (Acarl, *Tetranychidae*), mit besonderer Berücksichtigung der niederländischen Arten. — Med. Landbouwhoogeschool Wageningen 42, 68 pp, 1939.
- Grob, H.: Beobachtungen über den Populationsverlauf der Spinnmilben in der Westschweiz. — Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 24, 263—278, 1951.
- Günthart, E.: Über Spinnmilben und deren natürliche Feinde. — Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 19, 279—308, 1945.
- Hanstein, R. von: Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Tetranychus* Duf. Nebst Bemerkungen über *Leptus autumnalis* Shaw. — Ztschr. wiss. Zool. 70, 58—108, 1901.
- Hanstein, R. von: Zur Biologie der Spinnmilben. — Ztschr. f. Pflanzenkrankh. 12, 1—7, 1902.
- Heinze, K.: Ein neues Einbettungsmittel für kleine Insekten, insbesondere Blattläuse. Vortrag — IX. Internat. Congr. Entomol. Amsterdam, 1951.
- Huckett, H. C.: Tests of Acaricides for Control of the Two-spotted Spider Mite on Lima Beans on Long Island. — Journ. econ. Ent. 44, 192—196, 1951.
- Koch, C. L.: *Tetranychus urticae* (Originalbeschreibung). Deutschlands Crustaceen, Myriapoden und Arachniden. Ein Beitrag zur deutschen Fauna. — Regensburg, H. 1, Beschreibung 10, 1835.
- Marle, G. S. van: Spintbestrijding met moderne insecticiden in de Aalsmerse bloementelt. — Inst. Plantenziekt. Onderzoek, Wageningen, Med. 18, 127 pp., 1951.
- McGregor, E. A.: Mites of the Family *Tetranychidae*. — Amer. Midland Naturalist 44, 257—420, 1950.
- McGregor, E. A.: The taxonomic Status of certain Tetranychid Mites of the United States and Europe. — Journ. econ. Ent. 43, 951—952, 1950 (R. a. E. 39, 252).
- Monro, H. A. U.: Die Resistenz von Insekten gegen Insektizide. — Anz. Schädlingsskd. 24, 130—136, 1951.

- Morgan, C. V. G., and Downing, R. S.: The Uses of Parathion in British Columbia Orchards. — *Canad. Ent.* 82, 44—49, 1950 (R. a. E. 39, 2).
- Neiswander, C. R., Rodriguez, J. G., and Neiswander, R. B.: Natural and induced Variations in Two-spotted Spider Mite Populations. — *Journ. econ. Ent.* 43, 633—636, 1950 (R. a. E. 39 169).
- Rosenstiel, R. G.: Laboratory Effects of Parathion on Two-spotted Mite. — *Journ. econ. Ent.* 41, 835—836, 1948 (R. a. E. 38, 35).
- Smith, F. F., and Fulton, R. A.: Strains of red spider are resistant to some Insecticides. — *Florists' Rev.* 105, 23—25, 1949.
- Smith, F. F., and Fulton, R. A.: Red Spider resistance to aerosols and sprays. — *Florists Exch. Hort. Trade World* 113, 49—51, 1949.
- Smith, F. F., and Fulton, R. A.: Two-spotted Spider Mite Resistant to Aerosols. — *Journ. econ. Ent.* 44, 229—233, 1951.
- Smith, F. F., Fulton, R. A., and Hall, S. A.: Toxicity of organic Phosphates to the Two-spotted Spider Mite and the Foxglove Aphid. — *Journ. econ. Ent.* 43, 627—632, 1950 (R. a. E. 39, 168).
- Speyer, W.: Erfahrungen bei der Schädlingsbekämpfung im Altlander Obstbau. — *Nachrichtenbl. deutsch. Pflanzenschutzd.* 11, 87—88, 1937.
- Vitzthum, H.: Acarina. Dr. H. G. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs. 5 Bd. Arthropoda, IV. Abt. Arachnoidea, Akad. Verlagsges., Leipzig 1011 pp., 1943.
- Wallace, Ph. P.: Octamethylpyrophosphoramide. — *Journ. econ. Ent.* 44, 224—228, 1951.
- Wilhelm: Erfahrungen mit „Solbar“ und „E 605“ forte zur Bekämpfung der Kräuselkrankheit und der Roten Spinne an Reben. — *Höfchenbriefe f. Wiss. und Praxis* 4, 96—101, 1951.
- Zacher, F.: Zur Kenntnis der Spinnmilben. — *Ber. Biol. Reichsanst. Land- u. Forstwirtschaft.* 16, 19—25, 1916.
- Zacher, F.: Untersuchungen über Spinnmilben. — *Ber. Biol. Reichsanst. Land- und Forstwirtschaft.* 21, 91—100, 1921.
- Zacher, F.: Beiträge zur Kenntnis phytophager Milben. — *Zool. Anz.* 1932, 177—185.
- Zacher, F.: Übersicht der deutschen Spinnmilben. — *Mitt. Zool. Mus. Berlin* 19, 584—589, 1933.
- Zacher, F.: Arachnoidea. Hdb. Pflanzenkrankh., Bd. 4, Tierische Schädlinge an Nutzpfl., 1. T., 139—207, 1949.
- Zattler, F.: Versuche mit „Systox“ und anderen innertherapeutischen Mitteln gegen Rote Spinnmilben und Blattläuse bei Hopfen. — *Höfchenbriefe* 4, 131—169, 1951.

